

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN dan BIJI ALPUKAT
(*Persea americana* Mill.) SEBAGAI PENGHAMBAT PERTUMBUHAN
BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi**

Oleh :

NIA SARINASTITI

NPM : 1311060042

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN**

LAMPUNG

1439 H / 2018 M

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN dan BIJI ALPUKAT
(*Persea americana* Mill.) SEBAGAI PENGHAMBAT PERTUMBUHAN
BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) Dalam Ilmu Biologi**

Oleh :

NIA SARINASTITI

NPM : 1311060042

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing 1 : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd

Pembimbing 2 : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN**

LAMPUNG

1439 H / 2018 M

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN dan BIJI ALPUKAT
(*Persea americana* Mill.) SEBAGAI PENGHAMBAT PERTUMBUHAN
BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* SECARA *IN VITRO***

Oleh

Nia Sarinastiti

ABSTRAK

Bakteri merupakan mikroorganisme gram positif dan gram negatif yang bisa merugikan. Berdasarkan data WHO tahun 2012, salah satu penyebab kematian pada anak balita adalah diare yang disebabkan karena infeksi bakteri. Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* adalah bakteri patogen yang dapat menyebabkan diare. Bakteri patogen dapat dimatikan dengan memanfaatkan obat-obatan tradisional, salah satunya pemanfaatan tanaman alpukat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol (+) amoksisilin, kontrol (-) aquades, konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80%. Masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan, sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Hasil uji analisis menunjukkan bahwa daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dibandingkan *Escherichia coli* dan perbandingan antara daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) yang lebih efektif adalah Biji karena memiliki Zona hambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* lebih besar dibandingkan daun.

Kata kunci: Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Obat Tradisional, Tanaman Alpukat (Persea americana Mill.), Zat Aktif, Rancangan Acak Lengkap



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat ; Jl.Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN dan BIJI ALPUKAT (*Persea americana* Mill.) SEBAGAI PENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* SECARA IN VITRO**

Nama : **Nia Sarinastiti**
NPM : **1311060042**
Jurusan : **Pendidikan Biologi**
Fakultas : **Ilmu Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Pembimbing I

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 19840228 2006 04 1 004

Pembimbing II

Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si
NIP. 19830107 2005 01 2 005

Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 19840228 2006 04 1 004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl.Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: disusun oleh: **PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN dan BIJI ALPUKAT (*Persea americana* Mill.) SEBAGAI PENGHAMBAT BAKTERI *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* SECARA *IN VITRO***, disusun oleh **NIA SARINASTITI, NPM : 1311060042**,
Jurusan : Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan pada hari Rabu, 29 Januari 2018 Pukul 13.00-15.00 WIB di Ruang Sidang Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua	: Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd	(.....)
Sekretaris	: Marlina Kamelia, M.Sc	(.....)
Penguji Utama	: Dwijowati Asih Saputri, M.Si	(.....)
Penguji Kedua	: Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd	(.....)
Pembimbing	: Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si	(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan



Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd
NIP. 19560810 198703 1 001

MOTTO

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا
كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya: dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah. dan kebanyakan mereka tidak beriman.¹ (QS. Asy Syu'araa' : 7 – 8)

¹. Departemen Agama RI, *Al Qur'an dan Terjemahnya*, (Jakarta : PT. Tanjung Mas Inti Semarang), 2010, h. 573

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrobbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Dengan rasa syukur yang tak terhingga, skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Ayahanda Muksinin Ali dan Ibu Rosidah terimakasih, kedua orang tua terbaik dalam hidupku. Persembahan skripsi ini tidak sebanding dengan pengorbanan kalian. Terima kasih telah memberikan rasa cinta, kasih sayang, motivasi, menjaga, mendidik, dan selalu mendo'akan tiada henti. Semoga kelak anakmu ini mampu memberikan yang terbaik untuk kalian berdua. Do'a tulus untuk mereka semoga senantiasa sehat, bahagia, dan tetap dalam lindungan serta Ridha Allah SWT.
2. Ayukku tersayang, Raisa Minati Rahmadani dan Adikku Alya Zhafira, saudara terbaik dalam hidupku. Terima kasih atas kasih sayang dan perhatian yang luar biasa serta selalu memberikan motivasi untuk terus berusaha tanpa kenal lelah dalam menuntut ilmu dan semangat dari sahabat-sahabat ku.
3. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi.

RIWAYAT HIDUP

Nia Sarinastiti, lahir di Bandar Lampung pada tanggal 09 Juli 1995, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan suami istri Bapak Muksinin Ali dan Ibu Rosidah.

Penulis mengawali pendidikan di TK Nurul Fuad Panjang Bandar Lampung dari tahun 2000 sampai dengan 2001. Kemudian melanjutkan di SD Negeri 01 Karang Maritim Panjang Bandar Lampung dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2007. Kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 31 Bandar Lampung dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2010, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di Madrasah Aliyah Negeri 1 (Model) Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2013.

Pada tahun 2013 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari tahun 2016 di Desa Sido Binangun Kecamatan Way Seputih Kabupaten Lampung Tengah. Selanjutnya penulis mengikuti Praktik Pendidikan Lapangan (PPL) di SMP Muhammadiyah 5 Panjang Bandar Lampung tahun 2016.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita, nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun Dan Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*”**.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd, selaku Ketua Jurusan program studi Pendidikan Biologi dan selaku dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dwijowati Asih Saputri, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
4. Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran dengan sabar hingga terselesaikannya skripsi ini.

5. Seluruh dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama menuntut ilmu di Jurusan Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung.
6. Temanku Rina, Aziz kurniawan dan Rofian Abidin yang telah turut membantu selama penelitian.
7. Sahabat-sahabatku Desi Wulandari, Mutiara Siagian, Nur Kholifah, dan Utami Yuliyanti Azizah dan Teman-teman Pendidikan Biologi 2013 terutama Biologi 2013 Kelas A yang telah memberikan motivasi, semangat, masukan dan bantuan serta kebersamaannya selama ini.
8. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung.

Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayahNya sebagai balasan atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya kepada para pembaca kiranya dapat memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 04 Januari 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN	iii
MOTTO	iv
RIWAYAT HIDUP	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	8
1. Pengertian Diare	8
2. Infeksi penyebab Diare	9
3. Bakteri	15
4. Tanaman Alpukat	33
5. Simplisia	44
6. Ekstrak dan Ekstraksi	44
7. Antibakteri	45
8. Zona Hambat	47
B. Kerangka Berfikir	49
C. Hipotesis	50
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	51
B. Alat dan Bahan Penelitian	51
C. Rancangan Percobaan	52

D. Prosedur Penelitian.....	53
1. Preparasi Sampel Biji Alpukat	53
2. Pembuatan Ekstrak	55
3. Pembuatan Larutan Uji	55
4. Sterilisasi Alat	56
5. Pembuatan Medium Natrium Agar (NA)	57
6. Pengenceran dan Inokulasi Bakteri Uji.....	58
7. Uji Antibakteri	58
8. Uji Kansungan Senyawa Metabolit Sekunder	59
E. Teknik Pengumpulan Data.....	61
F. Teknik Analisis Data.....	62
G. Alur Kerja Penelitian	63
H.	

BAB IV HASIL dan PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	62
1. Pembuatan Ekstrak	62
2. Uji Fitokimia	63
3. Uji Antibakteri	64
3.1 Uji Efektivitas Daun Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	69
3.2 Uji Efektivitas Biji Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri <i>E. coli</i> dan <i>S.aureus</i>	75
3.3 Uji Perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i>	81
3.4 Uji Perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>E.coli</i>	83
3.5 Uji Perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i> dengan <i>E. coli</i>	84
B. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	89

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	90
B. Saran	90

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

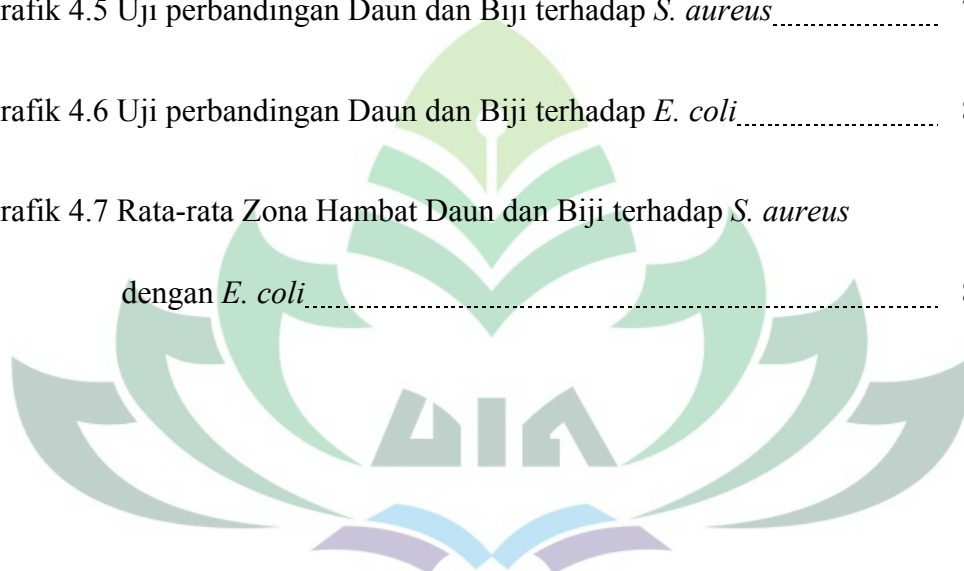
Gambar 2.1 Bakteri Bentuk Coccus (Bulat)	15
Gambar 2.2 Bakteri Bentuk Basil (Batang)	16
Gambar 2.3 Bakteri Bentuk Spiral (Melilit)	17
Gambar 2.4 Fase-Fase Pertumbuhan Bakteri	22
Gambar 2.5 Perbedaan Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif	28
Gambar 2.6 Bakteri <i>Escherichia coli</i>	30
Gambar 2.7 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	31
Gambar 2.8 Pohon Alpukat	34
Gambar 2.9 Buah Alpukat	35
Gambar 2.10 Biji Alpukat	38
Gambar 2.11 Daun Alpukat	39
Gambar 4.1 Zona bening ekstrak daun alpukat pada media yang ditumbuhi <i>S. aureus</i>	67
Gambar 4.2 Zona bening ekstrak biji alpukat pada media yang ditumbuhi <i>S. aureus</i>	72
Gambar 4.3 Zona bening ekstrak daun alpukat pada media yang ditumbuhi <i>E. coli</i>	76
Gambar 4.4 Zona bening ekstrak biji alpukat pada media yang ditumbuhi <i>E. coli</i>	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa ciri pertumbuhan bakteri pada setiap fasenya	24
Tabel 2.2 Beberapa ciri bakteri gram positif dan gram negatif	28
Tabel 3.1 Perlakuan pada uji efektifitas ekstrak daun dan biji alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.).....	52
Tabel 3.2 Tata Letak Percobaan Pada Uji Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.)	53
Tabel 4.1 Hasil Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Daun dan Biji <i>Persea americana</i> Mill.....	63
Tabel 4.2 Uji perbandingan daun dengan kontrol terhadap <i>S. aureus</i>	66
Tabel 4.3 Uji perbandingan Biji dengan kontrol terhadap <i>S. aureus</i>	71
Tabel 4.4 Uji perbandingan Daun dengan kontrol terhadap <i>E. coli</i>	74
Tabel 4.5 Uji perbandingan Biji dengan kontrol terhadap <i>E. coli</i>	77
Tabel 4.6 Uji perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i>	79
Tabel. 4.7 Uji perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>E. coli</i>	81
Tabel 4.8 Uji perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i> dengan <i>E. coli</i>	82

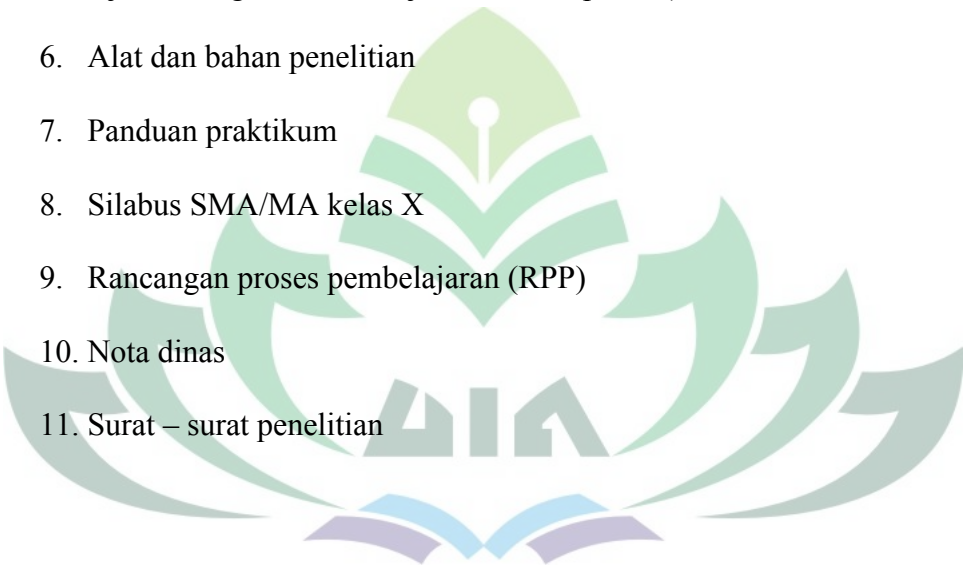
DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Rata-rata Zona Hambat Daun Terhadap <i>S. aureus</i>	67
Grafik 4.2 Rata-rata Zona Hambat Biji Terhadap <i>S. aureus</i>	72
Grafik 4.3 Rata-rata Zona Hambat Daun Terhadap <i>E. coli</i>	75
Grafik 4.5 Rata-rata Zona Hambat Biji Terhadap <i>E.coli</i>	78
Grafik 4.5 Uji perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i>	79
Grafik 4.6 Uji perbandingan Daun dan Biji terhadap <i>E. coli</i>	82
Grafik 4.7 Rata-rata Zona Hambat Daun dan Biji terhadap <i>S. aureus</i> dengan <i>E. coli</i>	84



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Hasil pengamatan
 2. Gambar hasil pengamatan
 3. Hasil analisis perhitungan
 4. Pembuatan ekstrak alpukat
 5. Uji kandungan ekstrak biji dan daun alpukat (*Persea americana*. Mill)
 6. Alat dan bahan penelitian
 7. Panduan praktikum
 8. Silabus SMA/MA kelas X
 9. Rancangan proses pembelajaran (RPP)
 10. Nota dinas
 11. Surat – surat penelitian
- 

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bakteri adalah organisme bersel tunggal mikroskopis yang dapat hidup dan berkembangbiak di lingkungan yang beragam. Bakteri dapat hidup di dalam tanah, di laut, dan bahkan di dalam usus manusia¹. Hubungan manusia dengan bakteri sangat kompleks. Beberapa jenis bakteri dapat menguntungkan bagi manusia, contohnya adalah bakteri yang digunakan untuk mengentalkan susu menjadi yogurt dan bakteri yang membantu pencernaan manusia. Tetapi, ada juga bakteri yang merugikan manusia. Contohnya adalah bakteri yang menyebabkan penyakit di saluran pencernaan manusia, seperti diare dan disentri.

Berdasarkan data WHO tahun 2012, salah satu penyebab kematian pada anak balita adalah penyakit infeksi, dimana diare sebagai salah satu penyakit infeksi yang menyebabkan 800.000 kematian dari total 7,6 juta total kematian anak balita di dunia². Prevalensi diare masih tinggi di negara-negara berkembang, salah satunya di Indonesia. Angka prevalensi kejadian diare di Indonesia berdasarkan Riset Kesehatan

¹Aparna Vidyasagar. (2015). *What are bacteria*. <https://www.livescience.com/51641-bacteria.html>,

²WHO. (2012). *Child health epidemiology*. 16 Oktober 2012.

Dasar (Riskesdas) tahun 2013 mencapai 3,5% dari jumlah penduduk Indonesia, dimana 13,7% dari jumlah tersebut terjadi pada anak usia di bawah 5 tahun (balita)³.

Ada beberapa bakteri yang dapat menyebabkan terjadinya diare, diantaranya adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang hidup dalam usus manusia. Bakteri ini dapat menimbulkan penyakit pada manusia dengan mekanisme patogen melalui enterotoksin dan invasi mukosa. Ada beberapa jenis *E. coli* berdasarkan sifat patogennya, yaitu: *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *Enteropathogenic E. coli* (EPEC), *Enteroadherent E. coli* (EAEC), *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC), dan *Enteroinvasive E. coli* (EIEC). Kebanyakan pasien dengan ETEC, EPEC, atau EAEC mengalami gejala ringan yang terdiri dari diare cair, mual, dan kejang abdomen. Lamanya penyakit ini rata-rata 5 hari. Demam timbul pada kurang dari 1/3 pasien. Feses berlendir tetapi sangat jarang terdapat sel darah merah atau sel darah putih. ETEC, EAEC, dan EPEC merupakan penyakit *self limited*.

Pada kasus diare yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus*, terjadi karena adanya keracunan makanan yang mengandung toksin dari *Staphylococcus*. Makanan yang terkontaminasi toksin *Staphylococcus* biasanya terjadi karena tidak tepat cara pengawetannya (Enterotoksin *Staphylococcus* stabil terhadap panas). Gejala terjadi dalam waktu 1 – 6 jam setelah asupan makanan terkontaminasi. Sekitar 75 % pasien mengalami mual, muntah, dan nyeri abdomen, yang kemudian diikuti

³Kementerian Kesehatan RI. (2010). *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2010*. Jakarta: Badan penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

diare sebanyak 68%. Masa berlangsungnya penyakit kurang dari 24 jam. Diagnosis divalidasi dengan biakan *Staphylococcus aureus* dari makanan yang terkontaminasi, atau dari kotoran dan muntahan pasien⁴.

Bakteri patogen yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya dapat dimatikan dengan memanfaatkan obat-obatan tradisional. Obat-obatan tradisional merupakan suatu obat-obatan yang bahan dasarnya dari tumbuhan. Kandungan aktif yang terdapat pada obat tradisional bisa membantu dalam memperbaiki sel maupun jaringan rusak yang ada pada organ tubuh yang terserang penyakit. Seperti yang dijelaskan oleh ayat Al - Qur'an Surat An-Nahl ayat 11 dinyatakan sebagai berikut :

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya : “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang

⁴Zein, Sagala, & Ginting. (2004). *Diare akut disebabkan bakteri*. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”
 . (Q.S An-Nahl: 11).⁵

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT memberikan kelebihan kepada sebagian tanaman baik yang bersifat menguntungkan bagi makhluk hidup. Salah satu tanaman yang diberikan khasiat yang luar biasa oleh Allah SWT yaitu tanaman alpukat (*Persea americana Mill*).

Tanaman alpukat merupakan salah tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia. Tanaman alpukat dikenal di Indonesia sebagai tanaman buah. Daging buahnya banyak dimanfaatkan untuk dikonsumsi sebagai makanan harian. Selain pemanfaatan daging buahnya, masyarakat Indonesia juga memanfaatkan daun dan biji tanaman alpukat sebagai obat. Daun tanaman alpukat di beberapa daerah di Indonesia digunakan sebagai pengobatan tradisional untuk batu ginjal dan rematik. Sedangkan biji tanaman alpukat dipercaya masyarakat sebagai obat maag, anti peradangan, pereda nyeri, menyembuhkan sariawan, mengobati sakit gigi, dan kencing manis⁶.

Kepercayaan masyarakat Indonesia terhadap biji dan daun tanaman alpukat sebagai salah satu alternatif pengobatan, menginisiasi (mendorong) para akademisi untuk meneliti keefektivan senyawa aktif yang terkandung di dalam biji dan daun alpukat yang sering dimanfaatkan sebagai pengobatan. Beberapa penelitian yang

⁵Departemen RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Solo : PT Qomari Prima Publisher, 2007), h. 267.

⁶Paramawati, R., dan Dumilah, HDR. (2016). *Khasiat Ajaib Daun Avokad*. Jakarta: Penebar Swadaya.

telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil penapisan fitokimia pada biji dan daun tanaman alpukat mengandung senyawa aktif diantaranya adalah golongan flavonoid, alkaloid, dan saponin⁷. Berdasarkan penelitian sebelumnya, senyawa aktif tersebut, khususnya golongan flavonoid mempunyai aktivitas sebagai antifungi, antiviral dan antibakteri⁸.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan ekstrak daun dan biji alpukat yang paling efektif sebagai penghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* merupakan penyebab diare.
2. Belum adanya pemanfaatan daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) yang dibuktikan secara ilmiah sebagai obat-obatan untuk pengobatan diare yang disebabkan oleh *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

⁷Mardiya ningsih, A., dan Ismiyati, N. (2014). Aktivitas sitotoksik ekstrak etanolik daun alpukat (*Persea americana* mill.) pada sel kanker leher rahim HeLa. Traditional Medicine Journal, Vol. 19(1), p 24-28.

⁸Ismiyati, N. dan Trilestari. (2014). Pengembangan formulasi masker ekstrak air daun alpukat (*Persea americana* Mill) sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* untuk pengobatan jerawat. Pharmacia. Yogyakarta. Vol 4 No. 1. 45-52

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas penelitian membatasi masalah penelitian eksperimen murni ini yang difokuskan pada:

1. Bakteri yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini adalah bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*
2. Sampel yang digunakan untuk uji antibakteri pada penelitian ini adalah biji dan daun alpukat (*Persea americana* Mill).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah perbandingan ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*?
2. Berapakah konsentrasi yang efektif dari ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan ekstrak daun dan biji alpukat (*persea americana* Mill) efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri

Escherichia coli dan *Staphylococcus aureus*.

2. Untuk mengetahui perbandingan konsentrasi yang paling efektif dari ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alternatif bahan pengayaan petunjuk praktikum untuk meningkatkan materi sistem pencernaan bagi peserta didik untuk berpikir kreatif dalam menghadapi berbagai masalah
2. Sebagai bahan masukan kepada masyarakat dalam memanfaatkan obat-obatan tradisional yang aman dan mudah didapat dalam pengobatan penyakit diare.
3. Sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan mahasiswa khususnya untuk peneliti tentang obat-obatan tradisional yang berasal dari tanaman alpukat (*Persea americana* Mill).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pengertian Diare

Diare merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk dan konsistensi tinja yang melembek sampai mencair dan bertambahnya frekuensi tinja lebih dari biasanya. Diare merupakan penyakit berbahaya karena dapat mengakibatkan kematian dan dapat menimbulkan letusan kejadian luar biasa (KLB). Penyebab utama kematian diare adalah dehidrasi akibat hilangnya cairan dan garam akibat diare. Sekitar 50-60 % penderita dapat meninggal akibat dehidrasi.¹

Diare merupakan salah satu masalah utama kesehatan di Indonesia. Data yang diperoleh dari SDKI (Survey Demografi Kesehatan Indonesia) pada tahun 2012, sebanyak 16.380 anak yang disurvei sekitar 14% balita mengalami penyakit diare. Berdasarkan data kesehatan yang ada di Indonesia sejak tahun 2000 sampai 2010 terlihat kenaikan insiden diare. Pada tahun 2000 penyakit diare sebanyak 310 per 100

¹ Nuriza Astari, “Hubungan Pemberian Susu Formula Dengan Kejadian Diare Pada Bayi Usia 0-6 Bulan”, (Padang : Journal Of Nutrition College, Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponogoro, 2013), h. 1.

penduduk. Pada tahun 2006 menjadi 423 per 1000 penduduk dan tahun 2010 naik menjadi 411 per 1000 penduduk.²

2. Infeksi Penyebab Diare

a. Infeksi Cacing (*Askari*)

Cacing menular melalui jari atau tangan. Debu yang menandung telur *Askaris* masuk kemulut lewat makanan, menembus dinding usus 12 jari, kemudian terus ke pembuluh darah kapiler, dan bergerak ke jantung, pembuluh paru, tenggorokan, dan terletak disaluran pencernaan. Selanjutnya menetap di usus halus menjadi cacing dewasa dengan siklus hidup 60-75 hari. Gejala klinis timbul berupa diare, mual, muntah, susah tidur, perut buncit.

b. Infeksi Basil (Disentri)

Disentri disebabkan oleh organisme golongan *Shigella dysenteriae*. Basil menyebabkan infeksi lokal pada dinding usus, akibat racun yang dikeluarkannya. Setelah merusak dinding usus, timbul radang disekitarnya. Gejala klinisnya yaitu pingsan, diare dengan tinja berlendir dan berdarah.

c. Infeksi *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica termasuk kelas archamoebae filum amoebozoa. Ini adalah hewan parasit bersel tunggal yaitu protozoa, terutama yang menginfeksi manusia dan primata lainnya. Penyakit yang disebabkan oleh protozoa ini disebut *amoebiasis*. Amebiasis disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*, protozoa yang ditemukan diseluruh dunia. Prevalensi tertinggi amebiasis adalah di negara-negara

² Sujono Hadi, *Gastroenterologi*, (Yogyakarta: Alumni, 1991), h.2.

berkembang di mana hambatan antara kotoran manusia dan makanan dan pasokan air memadai.

d. Infeksi Oleh Bakteri

1) Infeksi non-invasif.

Stafilococcus aureus

Keracunan makanan karena stafilokokkus disebabkan asupan makanan yang mengandung toksin stafilokokkus, yang terdapat pada makanan yang tidak tepat cara pengawetannya. Enterotoksin stafilokokus stabil terhadap panas. Gejala terjadi dalam waktu 1-6 jam setelah asupan makanan terkontaminasi. Sekitar 75 % pasien mengalami mual, muntah, dan nyeri abdomen, yang kemudian diikuti diare sebanyak 68 %. Demam sangat jarang terjadi. Lekositosis perifer jarang terjadi, dan sel darah putih tidak terdapat pada pulasan feses. Masa berlangsungnya penyakit kurang dari 24 jam. Diagnosis ditegakkan dengan biakan *S. aureus* dari makanan yang terkontaminasi, atau dari kotoran dan muntahan pasien. Terapi dengan hidrasi oral dan antiemetik. Tidak ada peranan antibiotik dalam mengeradikasi stafilokokus dari makanan yang ditelan.

Bacillus cereus

B. cereus adalah bakteri batang gram positif, aerobik, membentuk spora. Enterotoksin dari *B. cereus* menyebabkan gejala muntah dan diare, dengan gejala muntah lebih dominan. Gejala dapat ditemukan pada 1 – 6 jam setelah asupan makanan terkontaminasi, dan masa berlangsungnya penyakit kurang dari 24 jam. Gejala akut mual, muntah, dan nyeri abdomen, yang seringkali berakhir setelah 10

jam. Gejala diare terjadi pada 8 – 16 jam setelah asupan makanan terkontaminasi dengan gejala diare cair dan kejang abdomen. Mual dan muntah jarang terjadi. Terapi dengan rehidrasi oral dan antiemetik.

***Escherichia coli* patogen**

E. coli patogen adalah penyebab utama diare pada pelancong. Mekanisme patogen yang melalui enterotoksin dan invasi mukosa. Ada beberapa agen penting, yaitu :

1. *Enterotoxigenic E. coli* (ETEC).
2. *Enteropathogenic E. coli* (EPEC).
3. *Enteroadherent E. coli* (EAEC).
4. *Enterohemorrhagic E. coli* (EHEC)
5. *Enteroinvasive E. Coli* (EIHEC)

Kebanyakan pasien dengan ETEC, EPEC, atau EAEC mengalami gejala ringan yang terdiri dari diare cair, mual, dan kejang abdomen. Diare berat jarang terjadi, dimana pasien melakukan BAB lima kali atau kurang dalam waktu 24 jam. Lamanya penyakit ini rata-rata 5 hari. Demam timbul pada kurang dari 1/3 pasien. Feses berlendir tetapi sangat jarang terdapat sel darah merah atau sel darah putih. Lekositosis sangat jarang terjadi. ETEC, EAEC, dan EPEC merupakan penyakit *self limited*, dengan tidak ada gejala sisa. Pemeriksaan laboratorium tidak ada yang spesifik untuk *E coli*, lekosit feses jarang ditemui, kultur feses negatif dan tidak ada lekositosis. EPEC dan EHEC dapat diisolasi dari kultur, dan pemeriksaan aglutinasi latex khusus untuk EHEC tipe O157. Terapi dengan memberikan

rehidrasi yang adekuat. Antidiare dihindari pada penyakit yang parah. ETEC berespon baik terhadap trimetoprim-sulfametoksazole atau kuinolon yang diberikan selama 3 hari. Pemberian antimikroba belum diketahui akan mempersingkat penyakit pada diare EPEC dan diare EAEC. Antibiotik harus dihindari pada diare yang berhubungan dengan EHEC.

2) Infeksi Invasif

Shigella

Shigella adalah penyakit yang ditularkan melalui makanan atau air. Organisme *Shigella* menyebabkan disentri basiler dan menghasilkan respons inflamasi pada kolon melalui enterotoksin dan invasi bakteri. Secara klasik, *Shigellosis* timbul dengan gejala adanya nyeri abdomen, demam, BAB berdarah, dan feses berlendir. Gejala awal terdiri dari demam, nyeri abdomen, dan diare cair tanpa darah, kemudian feses berdarah setelah 3 – 5 hari kemudian. Lamanya gejala rata-rata pada orang dewasa adalah 7 hari, pada kasus yang lebih parah menetap selama 3 – 4 minggu. *Shigellosis* kronis dapat menyerupai kolitis ulseratif, dan status karier kronis dapat terjadi. Manifestasi ekstraintestinal *Shigellosis* dapat terjadi, termasuk gejala pernapasan, gejala neurologis seperti meningismus, dan *Hemolytic Uremic Syndrome*. Arthritis oligoartikular asimetris dapat terjadi hingga 3 minggu sejak terjadinya disentri. Pulasan cairan feses menunjukkan polimorfonuklear dan sel darah merah. Kultur feses dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi dan sensitivitas antibiotik. Terapi dengan rehidrasi yang adekuat secara oral atau intravena, tergantung dari keparahan penyakit. Derivat opiat harus dihindari. Terapi antimikroba diberikan untuk

mempersingkat berlangsungnya penyakit dan penyebaran bakteri. Trimetoprim sulfametoksazole atau fluoroquinolon dua kali sehari selama 3 hari merupakan antibiotik yang dianjurkan.

Plesiomonas

Plesiomonas shigelloides adalah gram negatif, anaerobik fakultatif. Kebanyakan kasus berhubungan dengan asupan kerang mentah atau air tanpa olah dan perjalanan ke daerah tropik, Gejala paling sering adalah nyeri abdomen, demam, muntah dan diare berdarah. Penyakit sembuh sendiri kurang dari 14 hari. Diagnosa ditegakkan dari kultur feses. Antibiotik dapat memperpendek lamanya diare. Pilihan antibiotik yang digunakan adalah tritoprim sulfametoksazole.³

Beberapa faktor yang mempengaruhi diare antara lain :

a. Faktor Infeksi

Faktor infeksi penyebab diare dapat dibagi dalam infeksi pariental dan infeksi interal. Di Negara berkembang, campak yang disertai dengan diare merupakan faktor yang sangat penting pada morbiditas dan mortalitas anak.

b. Faktor Umur

Pengaruh usia tampak jelas pada manifestasi diare. Komplikasi lebih banyak pada umur dibawah 2 bulan secara bermakna, dan makin muda usia bayi makin lama kesembuhan klinik diarenya. Kerusakan mukosa usus yang menimbulkan diare dapat terjadi karena gangguan integritas usus yang banyak dipengaruhi dan dipertahankan

³ Umar Zein, Khalid Huda Sagala, Josia Ginting, “*Diare Akut Disebabkan Bakteri*”, (Medan: Universitas Sumatra Utara Fakultas Kedokteran, 2004), h. 6

oleh sistem imunologi intestinal serta regenerasi epitel usus yang pada masa bayi yang muda masih terbatas kemampuannya.⁴

c. Faktor Status Gizi

Faktor status gizi pada penderita malnutri serangan diare terjadi lebih sering dan lebih lama. Semakin buruk gizi anak, semakin berat diare yang diderita. Diduga bahwa penderita mukosa dan penderita malnutrisi sangat peka terhadap infeksi, namun konsep ini tidak seluruhnya diketahui benar, pathogenesis yang terperinci tidak diketahui.⁵

d. Faktor Lingkungan

Sebagian besar penularan penyakit diare adalah melalui dubur, kotoran dan mulut. Dalam hal ini mengukur kemampuan penularan penyakit tergantung jumlah dan kekuatan penyebab penyakit, juga tergantung dari kemampuan lingkungan untuk menghidupinya, serta mengembangkan kuman penyebab penyakit diare. Sehingga dapat dikatakan bahwa penularan penyakit diare merupakan hasil dari hubungan antara faktor jumlah kuman yang disekresi, kemampuan kuman untuk hidup dilingkungan, kuman untuk menimbulkan infeksi, disamping ketahanan pejamu untuk menghadapi mikroba tadi.⁶

⁴ M. C, Widjaja, “*Mengatasi Diare dan Keracunan Pada Balita*”, (Jakarta: Kawan Pustaka, 2002), h. 4-6.

⁵ Nuriza Astari. *Op Cit*, h.7.

⁶ Megarian Jein Rompas, “*Hubungan Antara Prilaku Cuci Tangan Pakai Sabun Dngan Terjadinya Diare Pada Anak Usia Sekolah Di SD GMIM Dua Kecamatan Tareran*”, (Manado: Ejournal Keperawatan Universitas Sam Ratulangi, 2013), h. 2.

e. Faktor Susunan Makanan

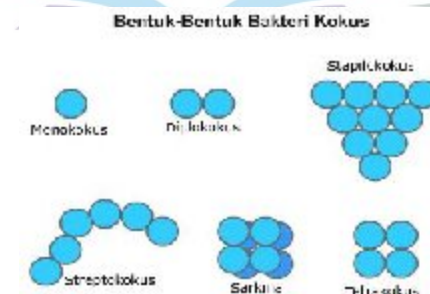
Faktor susunan makan terhadap terjadinya diare tampak sebagai kemampuan usus untuk menghadapi kendala yang berupa, antigen yaitu susunan makanan yang mengandung protein yang tidak homolog.

3. Bakteri

Bakteri adalah organisme yang paling berlimpah dari semua organisme. Bakteri tersebar (berada di mana-mana) di tanah, air dan sebagai simbiosis dari organisme lain. Bakteri kebanyakan bersifat patogen, berukuran kecil biasanya sekitar 0.5-5 μm , meski ada jenis yang menjangkau 0,3 mm dalam diameter (*Thiomargarita*). Mereka umumnya memiliki dinding sel, seperti sel hewan dan jamur, tetapi dengan komposisi sangat berbeda (peptidoglikan).

1) Bentuk Bakteri

a. Bentuk Coccus (Bulat)



Gambar 2.1 : Bakteri Bentuk Coccus⁷

⁷ Bakteri bentuk coccus : <https://efineko.files.wordpress.com/2013/09/bentuk-bakteri-kokus.html> (06 April 2017)

Coccus merupakan bakteri sperik (lensa) atau oval yang memiliki beberapa rangkaian yang didasarkan pada belahanan hasil pembelahan sel. Dapat dibedakan atas :

- a) *Monokokus* yaitu bakteri nyang berbentuk bola tunggal, misalnya *Neisseria gonorrhoeae*, penyebab penyakit kencing nanah.
- b) *Diplokokus* yaitu bakteri berbentuk bola yang bergandengan dua-dua, misalnya, *Diplococcus pneumoniae*, penyebab penyakit pneumonia atau radang paru-paru.
- c) *Sarkina* yaitu bakteri bentuk bola yang berkelompok memanjang berbentuk rantai.
- d) *Stafilokokus* yaitu bakteri yang berbentuk bola yang berkoloni membentuk sekelompok sel tidak teratur, sehingga bentuknya mirip dompolan buah anggur.⁸

b. Bentuk Batang atau Basil



Gambar 2.2: Bakteri Bentuk Basil⁹

⁸ Koes irianto, *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme jilid I*, (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 56.

Basil merupakan bakteri yang berbentuk batang. Basilli, semuanya dibagi dalam satu belahan yang menghasilkan basil, rangkaian streptobasillus atau kokobasil. Bentuk *basilus* dapat pula dibedakan atas :

- a) *Basil tunggal* yaitu bakteri yang hanya berbentuk satu batang tunggal misalnya *Salmonella typhi*, penyebab penyakit tifus
- b) *Diplobasil* yaitu bakteri bertbentuk batang yang bergandengan dua-dua.
- c) *Streptobasil* yaitu bakteri berbentuk batang yang bergandengan memanjang membentuk rantai misalnya *Bacillus anthracis* penyebab penyakit antraks.¹⁰

c. Bakteri Berbentuk Melilit (Spiral)



Gambar 2.3: Bakteri Bentuk Spiral¹¹

Bakteri yang berbentuk melilit yang dinamakan *spirillum* atau *spiral*. Ada tiga macam bentuk *spiral*, yaitu sebagai berikut :

⁹ Bakteri Bentuk Basil : <https://ardydii.files.wordpress.com/2013/03/bentuk-bakteri-basil. Html> (06 April 2017).

¹⁰Koes irianto. *Op. Cit.* h. 57-58.

¹¹Bakteri bentuk spiral : http://www.ilmuku.com/file.php/1/Simulasi/mp_255/images/hal12. Html. (06 April 2017)

- a) *Spiral* yaitu golongan bakteri yang bentuknya seperti spiral, misalnya *Spirillum*. Sel tubuhnya umumnya kaku.
- b) *Vibrio* atau bentuk koma yang dianggap sebagai bentuk spiral tak sempurna misalnya *Vibrio cholerae* penyebab penyakit kolera.
- c) *Spirochaeta* yaitu golongan bakteri berbentuk spiral yang bersifat lentur. Pada saat bergerak, tubuhnya dapat memanjang dan mengerut.

2) Struktur Bakteri

i. Struktur luar

Struktur utama di luar dinding adalah flagela, pili, dan kapsul.

a) *Flagelum (jamak: Flagela)*

Bentuk flagela seperti rambut yang teramat tipis, mencuat menembus dinding sel, fungsinya untuk pergerakan pada sel bakteri. Flagela terdiri atas tiga bagian, yaitu tubuh dasar, struktur seperti kait, dan sehelai filamen panjang di luar dinding sel. Panjangnya beberapa kali lebih panjang dari selnya, tetapi diameternya jauh lebih kecil dari diameter selnya. Perlu Anda ketahui ada beberapa bakteri yang tidak memiliki flagelum yang disebut atrik.

Berdasarkan letak dan jumlahnya, terdapat tempat macam bakteri, yaitu monotrik, (memiliki satu flagelum pada salah satu ujung sel bakteri), lopotrik (memiliki dua/lebih flagela pada salah satu ujung sel bakteri), amfitrik (memiliki

dua/lebih flagela di kedua ujung sel bakteri), dan peritrik (memiliki flagela di seluruh permukaan sel bakteri).

b) *Pili (Fimbriae)*

Bentuknya seperti filamen, tetapi bukan flagela, banyak terdapat pada bakteri gram negatif. Ukurannya lebih kecil, lebih pendek, dan lebih banyak dari flagela. Pili ini tidak berfungsi untuk pergerakan, tetapi berfungsi sebagai pintu gerbang masuknya bahan genetik selama berlangsungnya perkawinan antarbakteri. Selain itu, pili juga mempunyai fungsi lain, yaitu sebagai alat untuk melekatkan pada berbagai permukaan jaringan hewan atau tumbuhan yang merupakan nutriennya. Contohnya, *Sex pilus*.

c) *Kapsul*

Kapsul merupakan suatu bahan kental berupa lapisan lendir. Ukurannya dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya. Kapsul bakteri mempunyai arti penting bagi bakteri maupun organisme lain. Bagi bakteri, kapsul merupakan penutup/pelindung dan juga sebagai gudang makanan cadangan. Selain itu, dapat pula menambah kemampuan bakteri untuk menginfeksi.¹²

¹²Muhammad Subandi, *Mikrobiologi Edisi Revisi*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014), h. 84.

ii. Struktur Dalam ¹³

Struktur paling umum yang terdapat di dalam dinding sel bakteri adalah sebagai berikut:

a) *Membran Sitoplasma*

Membran ini amatlah penting karena berfungsi mengendalikan keluar masuknya substansi kimiawi dalam larutan sel, yaitu mampu mengambil dan menahan nutrien seperti gula, asam amino, mineral, dalam jumlah yang sesuai dan membuang kelebihan nutrien atau produk-produk buangnya. Selain itu juga berfungsi sebagai tempat perlekatan flagelum. Membran sitoplasma merupakan membran plasma yang membungkus sitoplasma beserta isinya..

b) *Mesosom*

Apabila membran sitoplasma mengalami pelipatan ke arah dalam/ invaginasi, maka akan menghasilkan suatu struktur yang disebut mesosom. Mesosom ini selalu bersambungan dengan membran sitoplasma. Diduga mesosom bisa berfungsi dalam sintesis dinding sel dan pembelahan nukleus.

c) *Sitoplasma dan Struktur-Struktur di Dalamnya*

Sitoplasma merupakan cairan yang bersifat koloid dan berisi semua zat yang diperlukan untuk kehidupan sel. Bahan sel yang dikandungnya antara lain seperti berikut.

¹³ *Ibid.* h. 74-83.

a. Daerah sitoplasma, berisi partikel-partikel RNA protein (ribosom). Ribosom ini merupakan biosintesis protein, dijumpai pada semua sel, baik eukariotik/prokariotik.

b. Daerah nukleus, bahan nukleus/DNA di dalam sel bakteri menempati posisi dekat pusat sel dan terikat pada mesosom sitoplasma. Bahan ini sebagai alat genetik yang terdiri atas kromosom.

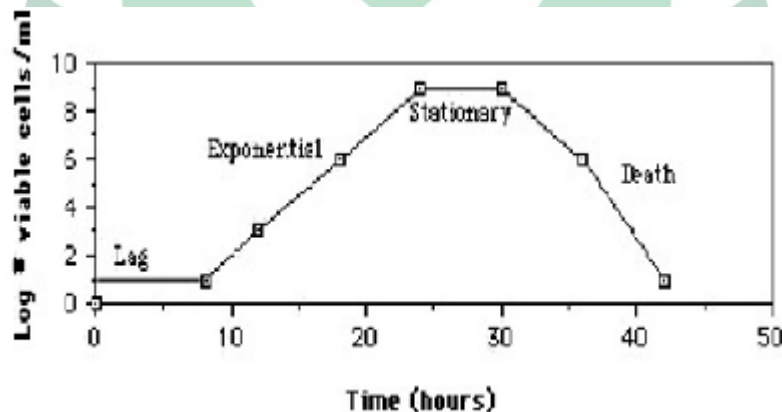
c. Bagian zat alir, mengandung nutrien terlarut yang terbentuk sebagai tubuh inklusi. Pada bagian tubuh ini terdiri atas lipid, glikogen, polifosfat, dan pati. Jika materi-materi ini menumpuk maka akan membentuk granul/ globul di dalam sitoplasma. Contohnya, bakteri *Thiobacillus thioparus* yang menumpuk sejumlah besar sulfur yang tampak seperti granul.

d) *Plasmid dan Endospora*

Pada umumnya bakteri memiliki plasmid berbentuk seperti cincin yang terdapat di dalam sitoplasma. Fungsinya untuk pertahanan sel bakteri terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan. Sama halnya dengan plasmid dalam keadaan lingkungan yang jelek, bakteri tersebut akan membentuk endospora. Endospora ini sebenarnya adalah spora/struktur yang berdinding tebal, pembentukannya terjadi di dalam sel bakteri. Endospora ini tahan terhadap panas dengan batas sekitar 120° C. Jika kondisi telah membaik, maka endospora akan bisa tumbuh menjadi bakteri seperti semula.

3) Fase Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah pertambahan jumlah atau volume serta ukuran sel. Pada organisme prokariotik seperti bakteri, pertumbuhan merupakan pertambahan volume dan ukuran sel dan juga sebagai pertambahan jumlah sel. Pertumbuhan sel bakteri biasanya mengikuti suatu pola pertumbuhan tertentu yang berupa kurva pertumbuhan sigmoid. Dari suatu percobaan dengan *Escherichia coli* dapat diketahui bahwa bakteri ini memiliki waktu generasi yang cukup singkat yaitu berkisar antara 15-20 menit mampu menggandakan selnya menjadi dua kali lipat. Hal ini menunjukkan hubungan antara pertumbuhan sel dengan waktu adalah berbentuk geometrik eksponensial dengan rumus 2^n .¹⁴ Pada gambar 2.4 tentang fase – fase pertumbuhan bakteri.



Gambar 2.4 : Grafik yang menunjukkan fase-fase pertumbuhan bakteri :

10. Fase adaptasi (lag). 20. Fase pertumbuhan eksponensial (log), 40. Fase stasioner, 40. Fase penurunan populasi atau fase kematian.

¹⁴ D, Dwidjoseputro, *Dasar – Dasar Mikrobiologi*, (Malang : Djambatan, 2005), h.59.

Perubahan kemiringan pada kurva tersebut menunjukkan transisi dari suatu fase perkembangan ke fase lainnya. Kurva pertumbuhan bakteri dapat dikelompokkan menjadi empat fase diantaranya:

1. Fase adaptasi (lag) pada fase ini bakteri berada dalam tahap penyesuaian terhadap lingkungan yang baru dan belum mengadakan pembiakan selama kurang lebih 2 jam.
2. Fase pertumbuhan logaritmik (log) fase ini merupakan fase akhir dari fase lag yang ditandai dengan terus berkembangnya sel mikroba. Selama fase log sel membelah terus-menerus konstan dengan kecepatan pertumbuhan yang tinggi saat angka dan log dari angka kelompok sel terhadap waktu pada garis lurus yaitu pada jam ke-25.
3. Fase stasioner selama fase ini, jumlah sel yang hidup tetap konstan untuk periode yang berbeda, bergantung pada bakteri, tetapi akhirnya menunjukkan periode penurunan populasi.
4. Fase kematian atau fase penurunan populasi pada saat medium kehabisan nutrisi maka populasi bakteri akan menurun jumlahnya, pada saat ini jumlah sel mati lebih banyak dibandingkan jumlah sel hidup.¹⁵

Bakteri yang tumbuh dapat diketahui melalui fasenya dan untuk mengetahui ciri-cirinya dapat dilihat dalam tabel 2.1 : ¹⁶

¹⁵ *Ibid.* h. 59.

Tabel 2.1. Beberapa ciri pertumbuhan bakteri pada setiap fasenya

Fase pertumbuhan	Ciri-ciri
	Tidak ada penambahan populasi
	Sel mengalami perubahan dalam komposisi kimiawi dan bertambah ukurannya; substansi intraseluler bertambah.
	Sel membelah dengan laju yang konstan
	Massa menjadi dua kali lipat dengan laju sama
	Aktivitas metabolik konstan
	Keadaan pertumbuhan seimbang
	Penumpukan produk beracun dan/atau kehabisan nutrien
	Beberapa sel mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah
	Jumlah sel hidup menjadi tetap
	Sel menjadi mati lebih cepat dari pada terbentuknya sel-sel baru
	Laju kematian mengalami percepatan menjadi eksponensial
	Bergantung kepada spesiesnya, semua sel mati dalam beberapa hari atau beberapa bulan

4) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah suatu peningkatan seluruh unsur pokok kimia sel, mulai dari struktur, organel, dan komponen protoplasma seluler. Dalam pertumbuhan bakteri, semua substansi esensial harus tersedia untuk sintesis dengan sumber energi yang cukup dan kondisi lingkungan yang sesuai. Bakteri memiliki kemampuan yang sangat besar dalam memanfaatkan bahan makanan yang tersebar, menyusun bahan anorganik menjadi senyawa organik yang kompleks.

¹⁶ Michael J. Pelczar dan E.S.C Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI press). h. 148-151.

Kemampuan bakteri untuk bertahan hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

a. Faktor Nutrisi

Bakteri autotrofik (litotrof), untuk pertumbuhannya hanya membutuhkan air, garam organik, dan karbondioksida. Kelompok ini mensintesis karbondioksida menjadi sebagian besar metabolik organik esensial. Bakteri heterotrofik (organotrof) hanya membutuhkan karbon organik untuk pertumbuhannya.

b. Faktor Pertumbuhan

Sejumlah bakteri heterotrofik tidak dapat tumbuh tanpa suplai satu atau lebih faktor pertumbuhan. Senyawa tersebut biasanya ditambah dalam medium kultur dalam bentuk ekstrak ragi atau darah, termasuk vitamin B-kompleks, asam amino, purin, dan pirimidin. Vitamin B-kompleks berperan sebagai katalis dalam sel juga komponen koenzim atau sebagai grup prostetik enzim. Organisme yang mampu mensintesis faktor pertumbuhan biasanya tidak memerlukan senyawa tersebut dari luar.

a) Ion Anorganik

Sejumlah kecil ion anorganik dibutuhkan oleh semua bakteri. Selain nitrogen, sulfur dan fosfor yang terdapat sebagian unsur dalam senyawa biologik, kalium, magnesium, dan kalsium pada bakteri fungsinya berhubungan dengan polimeranionik tertentu. Magnesium berfungsi menstabilkan ribosom, membrane sel, asam nukleat, dan dibutuhkan untuk aktivitas sejumlah enzim. Kalium juga dibutuhkan untuk aktivitas sejumlah enzim dan konsentrasi kalium dalam sel bakteri

gram positif dipengaruhi oleh asam teikoat pada dinding sel. Sebagian besar bakteri membutuhkan besi, magnesium, seng, kupri dan kobalt, dan untuk bakteri lain kebutuhan molybdenum dan selenium dianggap penting untuk kebutuhan hidupnya.

b) Oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok :

- I. Anaerob obligat yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen yang sangat rendah dan oksigen bersifat toksik.
- II. Anaerob aerotoleran yang tidak terbunuh oleh paparan oksigen.
- III. Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aerob dan anaerob
- IV. Aerob obligat membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.
- V. Bakteri mikroaerofilik yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tekanan oksigen tinggi dapat menghambat pertumbuhan.

c) Karbondioksida

Bakteri pengguna CO_2 sebagai sumber karbon seluler utama, ialah bakteri kemolitotrof dan fotolitotrof. Selain itu kemoorganotrof juga membutuhkan suplai CO_2 yang memadai untuk fiksasi CO_2 heterotrofik dan untuk sintesis asam lemak. Karbondioksida secara normal dihasilkan selama katabolisme senyawa organik, oleh karena itu tidak dianggap sebagai faktor pembatas.

c. Faktor Fisik

Potensial Reduksi-Oksidasi (Eh) pada medium kultur merupakan faktor penentu pertumbuhan suatu inokulum yang ada pada saat dipindahkan ke media yang baru. Keadaan kultur anaerob dapat dibuat dengan mengeluarkan oksigen, menggunakan sistem kultur anaerobik atau dengan penambahan senyawa yang mengandung sulfidril, seperti kalsium tioglikolat (merkaptasetat). Selama pertumbuhannya bakteri aerobik dan anaerobik mengalami penurunan Eh lingkungan.

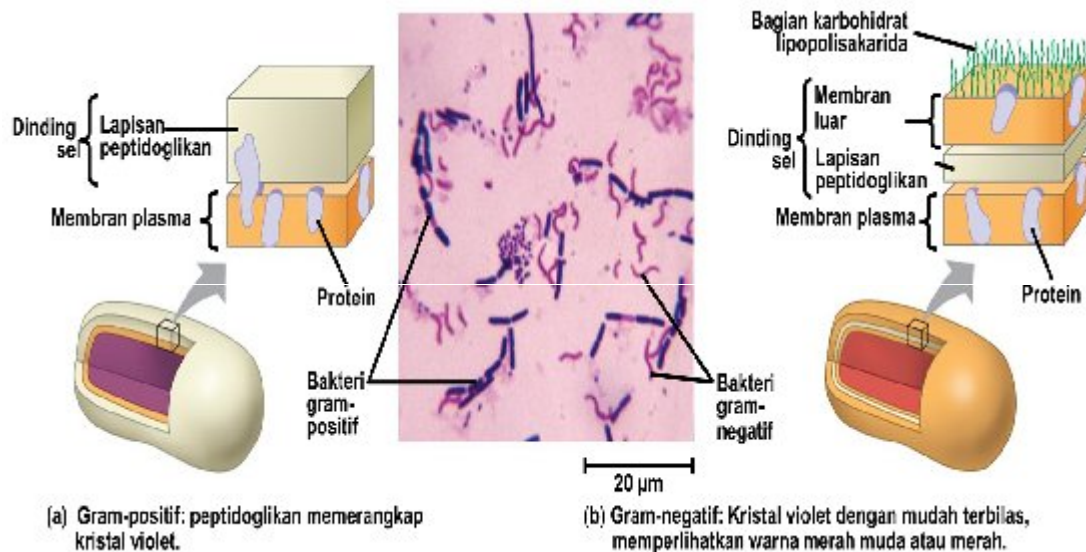
5) Bakteri Gram Positif dan Bakteri Gram Negatif

Bakteri gram positif yaitu bakteri yang memiliki lapisan peptidoglikan tebal. Bakteri gram positif bila diamati didalam mikroskop bewarna ungu, karena dapat menahan pewarna tersebut meskipun telah dibilas dengan aseton atau alkohol. Selain memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal bakteri positif juga mengandung asam teikoat dan sedikit lipid.

Bakteri gram negatif adalah bakteri yang tidak dapat menahan zat warna, berubah dari ungu menjadi merah. Bakteri gram negatif memiliki dinding sel dengan dua lapisan yaitu membran luar dan peptidoglikan. Membran luar terdiri atas protein, fosfolipid, lipopolisakarida dan ruang periplasmik.¹⁷

¹⁷ D, Dwidjoseputro, *Dasar – Dasar Mikrobiologi*, (Malang : Djambatan, 2005), h.21.

Bakteri gram positif dan bakteri gram negatif dapat dilihat perbedaannya digambar 5:



Gambar 2.5: Perbedaan Bakteri Gram Positif dan Negatif

Sumber : Neil. A. Campbell, et al.2008.*Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*.Jakarta:Erlangga.

Perbedaan antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif dapat dilihat dari tabel 2.2 :¹⁸

Tabel 2.2. Beberapa ciri bakteri gram positif dan gram negatif

Ciri-Ciri	Perbedaan Relatif	
	Gram Positif	Gram Negatif
	Tebal (15-80 nm)	Tipis (10-15 nm)
	Berlapis tunggal	Berlapis tiga
	Kandungan lipid rendah (1-4%)	Kandungan lipid tinggi (11-12%)

¹⁸ Michael J. Pelczar dan E.S.C Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI press). h. 117.

	Peptidoglikan ada sebagai lapisan tunggal: komponen utama merupakan lebih dari 50% berat kering pada beberapa sel bakteri	Peptidoglikan ada didalam lapisan kaku sebelah dalam: jumlahnya sedikit, sekitar 10% berat kering
	Terdapat asam teikoat	Tidak mengandung asam teikoat
Kerentanan terhadap penisilin	Lebih rentan	Kurang rentan
Pertumbuhan dihambat dengan zat-zat warna dasar, misalnya kristal ungu	Pertumbuhan dihambat dengan nyata	Pertumbuhan tidak begitu dihambat
Restitensi terhadap gangguan fisik	Lebih resisten	Kurang resisten

6) *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu anggota famili Enterobacteriaceae yang sering menimbulkan penyakit diare. Bakteri ini ditemukan oleh Theodor Escherich pada tahun 1885.

Klasifikasi bakteri *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gamma Proteobacteria
 Ordo : Enterobacteriales
 Familia : Enterobacteriaceae
 Genus : *Escherichia*
 Spesies : *Escherichia coli*



Gambar 2.6: Bakteri *Escherichia coli*.¹⁹

Morfologi *Escherichia coli* yaitu berbentuk batang, pendek, gemuk, berukuran $2,3 \mu \times 0,4 \mu$ sampai $0,7 \mu$, bersifat Gram-negatif, motil dengan flagella peritrikus dan tidak berspora.²⁰ Bakteri *Escherichia coli* merupakan organisme penghuni utama usus besar, hidupnya komensal dalam kolon manusia dan diduga dalam pembentukan vitamin K yang berperan dalam proses pembekuan darah.²¹ *Escherichia coli* ditemukan sekitar tahun 1970 dari strain-strain yang ada hubungannya dengan penyakit diare. Bakteri *Escherichia coli* bersifat patogen pada penyakit diare manusia dan ada juga yang bersifat nonpatogen.

Escherichia coli adalah bakteri yang hidup dalam usus manusia, bakteri ini digunakan sebagai indikator sanitasi produk pangan. Keberadaan *Escherichia coli* dapat digunakan untuk mengindikasikan adanya kontak dengan kotoran manusia sehingga digunakan sebagai perkiraan untuk menentukan apakah uji patogen harus

¹⁹ Ara Miko Jaya, *Isolasi dan Uji Efektivitas Anti Bakteri Senyawa Saponin Dari Akar Putri Malu (*Mimosa pudica*)*, (Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Malang, 2010), h. 30

²⁰ Sri Agung Fitri Kusuma, M.Si. Apt, *Escherichia coli*, (Bandung: Universitas Padjajaran Fakultas Farmasi, Jatinangon, 2010), h.1.

²¹ *Ibid.*, h.1

dilakukan. Disamping itu, perkembangan teknologi, perubahan yang terjadi pada omikroorganisme, kebiasaan makan manusia, serta perubahan iklim telah memunculkan turunan-turunan baru sehingga *Escherichia coli* yang bersifat patogen ditemukan.

7) *Staphylococcus aureus*

1. Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut:

Domain	: Bacteria
Kerajaan	: Eubacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i>



Gambar 2.7 : Bakteri *Staphylococcus aureus*.²²

²² <http://www.bacteriaainphotos.com/VRSA.html>.

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif memiliki kepekaan terhadap antibakteri lebih baik dibandingkan Gram negatif karena adanya perbedaan struktur dinding sel. Struktur dinding sel bakteri Gram negatif relatif lebih kompleks, berlapis tiga yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein, lapisan tengah yang berupa lipopolisakarida dan lapisan dalam berupa peptidoglikan. Sedangkan struktur dinding sel mikroba gram positif relatif lebih sederhana sehingga memudahkan senyawa antimikroba untuk masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja.²³

Staphylococcus aureus memproduksi koagulase yang mengkatalisis perubahan fibrinogen menjadi fibrin dan dapat membantu organisme ini untuk membentuk barisan perlindungan. Bakteri ini juga memiliki reseptor terhadap permukaan sel penjamu dan protein matriks (misalnya fibronectin, kolagen) yang membantu organisme ini untuk melekat. Bakteri ini memproduksi enzim litik ekstraseluler (misalnya lipase), yang memecah jaringan penjamu dan membantu invasi. Beberapa strain memproduksi eksotoksin poten, yang menyebabkan sindrom syok toksik. Enterotoksin juga dapat diproduksi, yang menyebabkan diare.

²³ Sri Amalia, Sri Wahdaningsih and Eka Kartika Untari, "Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus* Britton & Rose) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Atcc 25923", (*Traditional Medicine Journal*, Universitas Tanjung Pura, Pontianak, 2014), h. 63.

Bakterimia (penyebaran bakteri di dalam darah) dapat menyebabkan terjadinya endokarditis, osteomielitis akut hematogen, meningitis atau infeksi paru-paru.²⁴

4. Tanaman Alpukat

a) Pengertian Alpukat

Tanaman alpukat tumbuh kokoh, tinggi, dan cukup rindang. Di habitat alam tropis, tanaman alpukat cocok ditanam di lahan-lahan kering untuk memperbaiki lingkungan sekaligus mencegah erosi. Bagian yang paling penting adalah buahnya dan juga daun dapat mengobati berbagai macam penyakit..

Daerah pusat penyebaran tanaman alpukat di antaranya adalah florida, California, Hawaii, Australia, Argentina dan beberapa daerah Afrika Selatan. Tanaman alpukat masuk kewilayah Indonesia diduga pada zaman kerajaan Hindu dan ketika Islam masuk ke Indonesia. Orang Portugis dan Spanyol, yang datang ke Indonesia untuk berdagang pada saat itu, dianggap berjasa dalam memperkenalkan aneka jenis tanaman. Dalam perkembangan selanjutnya, orang-orang belanda pada zaman pendudukan nya di wilayah nusantara berhasil mengembangkan budidaya jenis-jenis tanaman termasuk alpukat. Daerah sentra produksi alpukat adalah provinsi Jawa Barat, Jawa Timur, Sulawesi selatan, NTT, Sumatra Utara, Sumatera Barat, Aceh dan Jawa Tengah.

²⁴ Nyimas Farisa Nadhilla, “ The Activity Of Antibacterial Agent Of Honey Against *Staphylococcus Aureus* ”, (*Jurnal Majority*, Universitas Lampung, 2014), h. 98.

Alpukat merupakan tanaman buah berupa pohon tahunan yang mulai berbuah setelah beberapa tahun. Alpukat dikenal dengan berbagai nama lokal antara lain alpuket (Jawa Barat), alpokat (Jawa Timur/Jawa Tengah); Boah pokat, jamboo pokat (Batak). Tanaman alpukat berasal dari dataran rendah/tinggi Amerika Tengah dan diperkirakan masuk keindonesia pada abad ke-18, secara resmi tahun 1920-1930, Indonesia telah mengintroduksi 20 varietas alpukat dari Amerika Tengah dan Amerika Serikat untuk memperoleh varietas-varietas unggul guna meningkatkan kesehatan dan gizi masyarakat, khususnya di daerah dataran tinggi.



Gambar 2.8: Pohon Alpukat

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 2.9 Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Klasifikasi Tanaman Alpukat (*Persea americana* Mill.)

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Ranunculales

Famili : Lauraceae

Genus : *Persea*

Spesies : *Persea americana* Mill.²⁵

²⁵. Dewi Rosanti, *Morfologi Tumbuhan*, (Jakarta : Erlangga, 2013), h.10- 57

b) Morfologi Tanaman Alpukat

Pohon alpukat mempunyai tinggi yang bervariasi sesuai dengan varietasnya, mulai dari 3-10 m. Ciri tanaman alpukat antara lain berakar tunggang, batang berkayu, bulat, warna coklat, dan bercabang banyak. Daunnya termasuk daun tunggal yang letaknya berdasarkan diujung ranting. Bentuknya memanjang, ujungnya dan pangkal runcing. Tepi daun rata kadang-kadang ada yang menggulung ke atas. Bunganya mejemuk dan tersusun dalam tandan yang tumbuh dari ujung-ujung ranting. Struktur bunga berkelamin dua (*hermaphrodite*) dan bunga berbentuk malai, tumbuh dekat ujung ranting dengan jumlah banyak, garis tengah 1 - 1,5 cm, warna putih kekuningan, berbulu halus. Buah berbentuk bola lampu sampai berbentuk bulat telur dengan panjang 5-20 cm dan lebar 5-10 cm tanpa sisa bunga. buahnya berbentuk bola atau bulat telur; daging buah jika sudah masak lunak, bewarna hijau hingga hijau kekuningan.²⁶

c) Syarat Tumbuh

a) Curah hujan

Curah hujan minimum untuk pertumbuhan adalah 750-1000 mm/tahun. Ras Hindia Barat dan persilangannya tumbuh subur pada dataran rendah beriklim tropis dengan curah huan 2.500 mm/tahun. Untuk daerah dengan curah hujan kurang dari kebutuhan minimal (2-6 bulan kering), tanaman alpukat masih dapat tumbuh asal kedalaman air tanah maksimal 2 m.

²⁶ Raffi, Paramawati, Hildegardis Dyna Retno Dumilah, *Khasiat Ajaib Daun Alpukat*. (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016), h. 8

b) Tanah

Tanaman alpukat agar tumbuh optimal memerlukan tanah gembur, tidak mudah tergenang air, sistem drainase/pembuangan air yang baik, subur, dan banyak mengandung bahan organik. Jenis tanah yang baik untuk pertumbuhan alpukat adalah lempung berpasir, lempung liat, dan lempung endapan.

c) Ketinggian Tempat

Pada umumnya tanaman alpukat dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi, yaitu 5-1.500 m dpl. Namun, tanaman akan tumbuh subur dengan hasil yang memuaskan pada ketinggian 200-1000 m dpl. Tanaman alpukat ras Meksiko dan Guatemala lebih cocok ditanam di daerah dengan ketinggian 1.000-2.000 m dpl, sedangkan ras Hindia Barat pada ketinggian 5-1.000 m dpl.²⁷

d) Manfaat Tanaman Alpukat

Masyarakat Indonesia sudah sejak dulu telah melakukan serangkaian upaya penanggulangan penyakit menggunakan bahan-bahan dari alam sebagai pengobatan tradisional. Salah satunya yaitu memanfaatkan daun alpukat dan biji alpukat untuk menyembuhkan beberapa penyakit.²⁸

²⁷ Raffi Paramawati, Hildegardis Dyna Retno Dumilah. *Op. Cit.* h 13

²⁸ *Ibid.* h. 13



Gambar 2.10 : Biji Buah Alpukat

Sumber: Dokumentasi Pribadi

a. Biji Buah Alpukat

Biji buah alpukat digunakan sebagai obat maag dengan cara diparut dan disaring sebelum diminum. Kemungkinan di dalam biji alpukat terdapat komponen aktif yang mampu menetralkan asam lambung yang terlalu tinggi. Selain itu, bijinya juga diketahui dapat digunakan sebagai antiradang, menghilangkan rasa sakit, menyembuhkan sariawan mulut, mengobati sakit gigi, mengatasi diabetes melitus, sebagai antibakteri dan kencing manis. Bubuk biji alpukat dapat menyembuhkan bengkak karena radang. Bijinya juga digunakan dalam industri pakaian sebagai pewarna yang tidak mudah luntur.



Gambar 2.11 : Daun Alpukat

b. Daun Alpukat

Bagian lain tanaman alpukat yang dapat dimanfaatkan adalah daunnya. Daun muda di beberapa daerah digunakan sebagai obat tradisional seperti obat batu ginjal dan rematik. Daun alpukat juga diketahui bersifat melancarkan air seni dan antibakteri. Daun pada urutan tertentu (tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua) sering digunakan untuk menurunkan tekanan darah dan lemak darah (kolesterol, LDL, dan trigliserida).

e) Metabolit Sekunder yang Ada di Daun dan Biji Alpukat

Flavonoid

Senyawa flavonoid yang merupakan senyawa golongan fenol berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang melibatkan ikatan hidrogen. Pada kadar rendah terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian, diikuti penetrasi fenol ke dalam sel dan menyebabkan presipitasi serta denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi

protein dan sel membrane sitoplasma mengalami lisis.²⁹ Beberapa mekanisme flavonoid sebagai antimikroba yaitu :

a. Menghambat fungsi membran sitoplasma

Sophoraflavonone G memberikan dampak pada membran sel bakteri. Jenis flavonoid ini mengganggu tingkat kestabilan lapisan membran bagian dalam dan luar. Hal ini terjadi akibat flavonoid menyerang daerah membran sel yang bersifat hidrofobik maupun hidrofilik. *Epigallocatechin gallate* dapat menginduksi terjadinya kebocoran pada ruang intraliposomal sehingga molekul-molekul kecil dapat memasuki ruang tersebut. *Cathesin* dapat penetrasi ke lapisan membran lipid sehingga mengganggu fungsi dari lapisan membran tersebut. *Cathesin* dapat juga menyebabkan fusi pada membran luar dan dalam sehingga terjadi kebocoran dan agregasi dari material. Semua mekanisme tersebut pada akhirnya dapat meningkatkan permeabilitas sel sehingga sel akan lisis.

b. Menghambat metabolisme energi

Licochalcone A dapat menghambat penggabungan perkusor radioaktif menjadi makromolekul (DNA, RNA dan protein), menghambat konsumsi oksigen, menghambat aktivitas NADH-sitokron c reduktase. Sehingga pembentukan energi

²⁹ Nyimas Farisa Nadhilla, “ The Activity Of Antibacterial Agent Of Honey Against *Staphylococcus Aureus* ”, (*Jurnal Majority*, Universitas Lampung, 2014). h. 96.

yang seharusnya dibutuhkan tidak dapat terbentuk. Akhirnya menyebabkan kematian sel.³⁰

c. Menghambat sintesis asam nukleat

Penelitian yang dilakukan oleh Mori dan rekan kerjanya membuktikan bahwa flavonoid jenis *robinetin* dan *myricetin* dapat menghambat sintesis DNA dan RNA. Menghambat sintesis protein dan lemak. Hal ini terjadi karena cincin B pada flavonoid dapat berikatan dengan unsur hidrogen pada penghubung antara basa purin (guanin dan adenin) dengan basa pirimidin (sitosin dan timin) sehingga enzim helikase yang berfungsi sebagai pemutus ikatan ganda DNA tidak dapat mengenalinya dan tidak dapat berfungsi sehingga sintesis asam nukleat tidak dapat terjadi.³¹

Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa organik bahan alam yang terbesar jumlahnya, baik dari segi jumlah maupun sebenarnya. Alkaloid didefinisikan sebagai senyawa yang bersifat basa, mengandung atom nitrogen, serta berasal dari tumbuhan dan hewan. Umumnya alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder yang bersifat basa dan mengandung satu atau lebih atom nitrogen, biasanya dalam bentuk cincin heterosiklik dan bersifat aktif biologis menonjol. Alkaloid dalam daun alpukat berkhasiat sebagai

³⁰ Bagus Kusuma Wardhana, *Op.Cit.* h. 10.

³¹ T.P Tim Chusnie, Andrew J. Lamb, "Review Antimicrobial Activity of Flavonoids". (*International Journal Of Antimicrobial Agents*), h. 343.

antibakteri. Senyawa alkaloid memiliki aktivitas sebagai antibakteri dengan cara mengganggu penyusunan peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut.³²

Tanin

Tanin adalah komponen zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa fenolik yang mempunyai berat molekul 500–3000, dapat bereaksi dengan protein membentuk senyawa kompleks larut yang tidak larut. Tanin bersifat sebagai antibakteri dan menciutkan dinding usus yang rusak karena asam atau bakteri.

Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat enzim *reverse* transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Tanin memiliki aktivitas antibakteri yang berhubungan kemampuannya untuk menginaktifkan adhesi sel mikroba juga menginaktifkan enzim dan mengganggu transport protein pada lapisan dalam sel, tanin juga memiliki target pada polipeptida, dinding sel sehingga pembentukan dinding sel kurang sempurna. Hal ini menyebabkan sel bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik maupun fisik sehingga sel bakteri akan mati.³³

³² Lamothe, et. al, “ Plants Antimicrobial Agents and Their Effects on Plant and Human Pathogens., (*International Journal of Molecular Sciences*, 2009), h. 3400.

³³ Dita Purwinda Anggrella, Joko Waluyo, Dwi Wahyuni, *Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Dengan Staphylococcus*, (Jawa Timur: Program studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember, 2014), h. 1

Saponin

Saponin dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan dinding sel bakteri dan merusak permeabilitas membran karena sifatnya seperti sabun. Mekanisme kerjanya yaitu dengan cara berdifusi melalui membran luar dan dinding sel yang rentan karena telah dirusak oleh flavonoid. Saponin yang masuk ke dalam kemudian mengikat membran sitoplasma sehingga mengganggu dan merusak kestabilan membran sel. Membran yang terikat saponin dan tidak stabil menyebabkan sitoplasma bocor keluar dari sel.³⁴ Membran sitoplasma yang bocor menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel bakteri seperti protein, asam nukleat dan nukleotida. Membran ini juga bekerja untuk mempertahankan dan mengatur keluar masuknya bahan-bahan tertentu. Selain itu, membran sitoplasma juga menyediakan peralatan biokimiawi untuk memindahkan ion-ion mineral, gula, asam-asam amino, elektron, serta metabolit-metabolit lain melintasi membran. Kerusakan pada membran akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel bahkan kematian sel bakteri.³⁵

³⁴M. Rizki Valian Akbar, et al. 2016. Perbandingan Efektivitas Antibakteri Antara Ekstrak Metanol Kulit Batang Kasturi dengan Ampisilin terhadap *Staphylococcus aureus* In Vitro. *Berkala Kedokteran*. Vol.12.No.1. h. 1-9.

³⁵Latifatuz Zahro. 2013. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Saponin Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *UNESA Journal of Chemistry*. Vol.2. No.3. h. 120-129.

5. Simplisia

Simplisia adalah bahan alamiah yang telah dikeringkan dan dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun juga kecuali dinyatakan lain. Simplisia dibedakan menjadi 3 yaitu nabati, hewani dan mineral. Simplisia nabati yaitu berupa tumbuhan utuh dan bagiannya yang telah dikeringkan. simplisia hewani dapat berupa hewan/zat-zat berguna yang dihasilkan dan belum berupa bahan kimia. Sedangkan simplisia mineral berupa yang belum/telah diolah dengan cara sederhana dan masih murni.³⁶

6. Ekstrak dan Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan zat pokok yang diinginkan dari bahan mentah obat dengan menggunakan pelarut terpilih. Ekstrak merupakan sediaan padat, pekat dan cair diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau hewani menggunakan pelarut yang sesuai. Simplisia merupakan bahan alami yang digunakan sebagai obat, belum mengalami pengolahan apapun dan biasanya berupa bahan yang telah dikeringkan.

Metode penyairan yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserasi. Maserasi adalah cara ekstraksi yang paling sederhana. Bahan simplisia yang digunakan dihaluskan dan disatukan dengan bahan pengekstraksi. Pada metode maserasi bahan berupa serbuk simplisia yang halus, yang direndam dalam pelarut

³⁶ Damar Mukti. 2012. *Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Pare (Momordica charantia L) Streptococcus muntas penyebab karies gigi*. Skripsi. Bogor: Universitas pakuan

dsampai meresap dan melunakan susunan sel sehingga zat-zat yang mudah larut agar segera larut. Waktu lamanya maserasi berbeda-beda antara 4-10 hari. Rendaman harus dikocok berulang-ulang karna dalam keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif pada simplisia. Keuntungan cara penyairan dengan maserasiadalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan. Sedangkan kerugiannya adalah pengerjaannya lama dan penyairannya kurang sempurna.³⁷

7. Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan dapat mematikan dengan cara merusak metabolisme bakteri.³⁸ Antibakteri atau antimikroba sangat dibutuhkan untuk mengurangi daya pertumbuhan bakteri. Sifat bakteri yang cepat sekali tumbuh pada media yang tepat menuntut ditemukannya antibakteri untuk menghalangi sifatnya tersebut. Antibakteri alami sangat dibutuhkan karena efek sampingnya yang ringan penggunaan antibakteri dengan tanaman herbal dapat meningkatkan daya guna tumbuhan tersebut.

Berdasarkan mekanisme kerjanya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme, antibiotik digolongkan sebagai berikut:

³⁷ Siswono Handoko Jati, “Efek Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Salam (*Syzygium polyanthum* [wight.] Walp) Pada Hati Tikus Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Karbon Tetraklorida (cc14)”, (Surakarta : Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Muhamadiyah Surakarta, 2008), h. 5.

³⁸

a) Menghambat sintesis sel dinding mikroba

Dinding sel bakteri sangat penting untuk mempertahankan struktur sel bakteri. Oleh karena itu, zat yang dapat merusak dinding sel akan melisiskan dinding sel sehingga dapat mempengaruhi bentuk dan struktur sel, yang akhirnya akan membunuh sel bakteri tersebut. Antibiotik yang bekerja dengan menghambat sintesis dinding sel mikroba antara lain penisilin, sefalosporin, vankomisin, sikloserin, dan basitrasin.

b) Merusak membran sel

Membran sel mempunyai peranan penting dalam mengatur transportasi nutrisi dan metabolit yang dapat keluar masuk sel. Membran sel juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya respirasi dan aktivitas biosintesis dalam sel. Beberapa jenis antibiotik dapat mengganggu membran sel sehingga dapat mempengaruhi kehidupan sel bakteri, antara lain polimiksin, nistatin dan golongan makrolida

c) Mengganggu biosintesis asam nukleat

Proses replikasi DNA didalam sel merupakan siklus yang sangat penting bagi kehidupan sel. Beberapa jenis antibiotik dapat mengganggu metabolisme asam nukleat tersebut, sehingga dapat mempengaruhi seluruh fase pertumbuhan sel bakteri. Antibiotik yang termasuk dalam golongan ini antara lain asam nalidiksik dan golongan kuinolon.

d) Menghambat Sintesis protein

Sintesis protein merupakan suatu rangkaian proses yang terdiri atas proses transkripsi dan proses translasi. Antibiotik yang dapat menghambat proses-proses tersebut akan menghambat sintesis protein. Antibiotik yang termasuk dalam golongan ini antara lain rifampisin, streptomisin, tetrasiklin, kloramfenikol, dan eritromisin.

8. Zona Hambat

Pengukuran zona hambat adalah penentuan dan pengukuran kepekaan suatu bakteri terhadap suatu obat, dimana kadar konsentrasi terendah masih menunjukan zona hambat. Untuk pengukuran zona hambatan suatu obat atau bahan percobaan diukur dengan menggunakan mistar dalam mm, diukur dari garis tengah zona hambat yang terjadi. Zona hambatan yang terjadi ditandai apabila disekitar obat atau bahan percobaan menunjukan daerah jernih sebagai zona hambat. Zona hambat dapat dilakukan dengan salah satu metode yaitu: metode dilusi dan metode difusi agar. Metode difusi adalah metode yang paling sering digunakan dan dipakai dalam penelitian ini.

Cakram kertas saring berisi sejumlah antibiotic tertentu ditempatkan pada permukaan media padat yang sebelumnya diinokulasi bakteri uji pada permukaannya, selama inkubasi setiap antibiotik berdifusi keluar dari cakram semua arah. Zat yang berat molekulnya tinggi sesudah inkubasi selama 16 – 18 jam pada suhu 37°C, akan

terlihat zona hambatan (zones of inhibition) disekeliling cakram di daerah tersebut yang merupakan penghambatan pertumbuhan organisme daerah tersebut.

Zona hambatan menunjukkan derajat kepekaan kuman tersebut terhadap antibiotik- antibiotik yang bersangkutan. Standar untuk media telah ditetapkan dan jumlah organisme yang digunakan untuk pengujian adalah sesuai dengan *Mac. Farland Standar* yaitu sebesar $1,5 \times 10^8$ CFU/ ml.

Metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik dan kimia (misalnya sifat medium dan kemampuan difusi, ukuran molekuler dan stabilitas obat). Meskipun demikian standarisasi faktor-faktor tersebut memungkinkan melakukan uji kepekaan dengan baik.

Pengujian zona hambatan untuk mengetahui kepekaan atas indikasi sebagai berikut :

- a) Apabila mikroorganisme yang ditemukan adalah tipe yang sering resisten terhadap antimikroba (bakteri enterik Gram negative dan bakteri Gram positif seperti *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*).
- b) Jika proses infeksi kemungkinan menjadi fatal jika tidak diobati dengan tepat (meningitis, septisemia)
- c) Infeksi tertentu dimana pembasmian organism membutuhkan obat, yang bersifat bakterisidal secara tepat, tidak hanya bakteriostatik.

B. Kerangka Berfikir

Diare merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk dan konsistensi tinja yang melembek sampai mencair dan bertambahnya frekuensi tinja lebih dari biasanya, diare merupakan penyakit yang berbahaya karena dapat mengakibatkan kematian dan dapat mengakibatkan letusan kejadian luar biasa (KLB). Penyebab utama kematian pada diare adalah dehidrasi akibat hilangnya cairan dan garam elektrolit akibat diare. Sekitar 50-60 % penderita dapat meninggal akibat dehidrasi. Penyebab utama diare yaitu perilaku manusia yang kurang baik dan keadaan lingkungan yang buruk, serta kebutuhan air minum yang kurang sehat, oleh sebab itu lingkungan sekitar menjadi sumber utama penyakit, salah satunya yaitu diare.

Infeksi saluran cerna dapat disebabkan oleh kuman, virus dan parasit. Berbagai jenis kuman yang terdapat dalam tubuh yang sehat bersifat kongensal (diam). Pada saat tubuh dalam keadaan sakit, kuman akan bersifat patogen, menimbulkan berbagai gangguan. Kuman usus patogen ialah golongan kuman usus yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia, umumnya disebabkan oleh toksin bakteri (terutama *Enteropathogenic Escherichia coli* / EPEC dan *Salmonella enteritidis*).

Bakteri *Escherichia coli* dan *Saphylococcus aureus* merupakan salah satu penyebab diare. *Escherichia coli* diketahui dapat menyebabkan diare berdarah dan berenvasi keusus besar yang bisa menyebabkan terjadinya diare pada anak atau pun diare pada orang dewasa. Selain bakteri diare juga dapat disebabkan oleh alergi terhadap makanan yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* atau obat

tertentu dan juga bisa disebabkan karena penggunaan pemanis buatan yang berlebihan pada makanan ataupun minuman yang dikonsumsi.

Diare dapat dicegah dengan obat kimiawi seperti pil dan suntikan tetapi tidak jarang di daerah pedesaan masih banyak masyarakat yang menggunakan obat tradisional karena dianggap lebih ampuh dan tidak menimbulkan efek negative. Namun kebanyakan masyarakat belum mengetahui bahwa biji dan daun alpukat sebagai obat diare tetapi khasiat daun dan biji alpukat bukan hanya sebagai obat diare saja tetapi bisa sebagai obat darah tinggi, rematik, batu ginjal, tekanan darah dan lemak darah. Daun dan biji alpukat yang memiliki kandungan aktif yaitu tanin, flavonoid, alkaloid ini dapat digunakan sebagai anti septik, anti bakteri, dan anti biotik terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* penyebab diare.

C. Hipotesis

H_0 = Tidak ada pengaruh perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro.

H_1 = Ada pengaruh perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai Agustus 2017, di Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA Universitas Lampung, Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dan Laboratorium Bakteriologi Balai Veteriner Lampung. Ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) dibuat di Laboratorium Biokimia Fakultas MIPA Universitas Lampung. Uji fitokimia ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dan uji efektivitas antibakterinya di Laboratorium Bakteriologi Balai Veteriner Lampung.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi blender, ose, tabung reaksi, labu erlenmeyer, beaker glass, gelas ukur, cawan petri, pembakar bunsen, autoklaf, inkubator, timbangan, batang pengaduk, spatula, toples kaca, *rotary evaporator*, segitiga penyebar (trigalsi), pisau, pipet tetes, jangka sorong, aluminium foil, kapas, kertas saring, alat tulis dan kamera digital. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.), biakan murni

bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, air, medium Nutrient Agar (NA), aquades, amoksilin, etanol 96%.

C. Rancangan Percobaan

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang menggunakan teknik Rancangan Acak Lengkap (RAL). Tanaman yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini terdiri dari satu jenis alpukat dan menggunakan dua organ yaitu daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.).

Konsentrasi ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) yang digunakan pada penelitian ini adalah 20%, 40%, 60%, 80%, diulang sebanyak tiga kali serta satu kontrol positif berupa amoksilin. Sebagai kontrol negatif digunakan aquades steril. Uji efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1: Perlakuan pada uji efektifitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Kontrol +	P ₀₁	P ₀₂	P ₀₃
Kontrol -	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃
Konsentrasi 20%	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃
Konsentrasi 40%	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃
Konsentrasi 60%	P ₄₁	P ₄₂	P ₄₃
Konsentrasi 80%	P ₅₁	P ₅₂	P ₅₃

Dalam tabel di atas dapat dilakukan pembuatan pemetaan atau tata letak percobaan dengan cara menggunakan metode acak lengkap. Metode ini dilakukan dengan membuat gelas undian yang diisi 18 gulungan kertas yang bertuliskan label

percobaan pada tabel perlakuan di atas. Gulungan kertas dikeluarkan satu per satu dengan cara mengocok gelas undian. Hasil undian tersebut diletakkan pada tabel yang terdiri dari 3 baris dan 6 kolom. Kertas undian pertama diletakkan pada baris 1 dan kolom 1, kertas undian kedua diletakkan pada baris 1 kolom 2 dan seterusnya sampai kertas gulungan habis sehingga didapat tata letak seperti ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2: Tata letak percobaan pada uji efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.)

P ₀₂	P ₁₃	P ₁₁	P ₅₃	P ₃₃	P ₄₃
P ₂₂	P ₀₃	P ₀₁	P ₄₁	P ₅₂	P ₁₂
P ₄₂	P ₃₂	P ₂₁	P ₅₁	P ₂₃	P ₃₁

Keterangan:

P₀ : Perlakuan Kontrol Positif

P₁ : Perlakuan Kontrol Negatif

P₂ : Perlakuan Konsentrasi 20% Ekstrak Kental

P₃ : Perlakuan Konsentrasi 40% Ekstrak Kental

P₄ : Perlakuan Konsentrasi 60% Ekstrak Kental

P₅ : Perlakuan Konsentrasi 80% Ekstrak Kental

D. Prosedur Penelitian

1. Preparasi Sampel

a) Preparasi Sampel Biji Alpukat

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman alpukat (*Persea americana* Mill). Bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah

bijinya. Setiap biji tanaman yang dipilih harus sehat dan segar. Biji dari buah yang telah matang diambil sebanyak 2,5 kg kemudian dicuci dengan air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran dan lainnya lalu ditiriskan. Setelah itu biji dipotong tipis-tipis untuk mempercepat proses pengeringan lalu melakukan pengeringan pada biji dengan cara menaruh disinar matahari langsung. Setelah proses pengeringan selesai biji dibersihkan dari kotoran yang mungkin tercemar pada saat pengeringan selanjutnya biji yang sudah kering dihaluskan dengan blender, agar menjadi serbuk lalu disimpan dalam wadah tertutup. Serbuk ini dinamakan simplisia yang akan digunakan untuk membuat ekstrak.

b) Preparasi Sampel Daun alpukat

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman alpukat (*Persea americana* Mill). Bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah daunnya. Setiap daun tanaman yang dipilih harus sehat dan segar. Daun yang diambil sebanyak 3 kg kemudian dicuci dengan air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran dan lainnya lalu ditiriskan, lalu dilakukan proses pengeringan pada daun dibawah panas sinar matahari langsung. Proses pengeringan ini bertujuan untuk mendapatkan ekstrak yang tidak mudah rusak sehingga dapat disimpan lebih lama. Setelah proses pengeringan selesai daun dibersihkan dari kotoran yang mungkin tercemar pada saat pengeringan selanjutnya daun yang sudah kering dihaluskan dengan blender, agar menjadi serbuk lalu disimpan dalam wadah tertutup. Serbuk ini dinamakan simplisia yang akan digunakan untuk membuat ekstrak.

2. Pembuatan Ekstrak

Pembuatan daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dilakukan dengan metode maserasi. Maserasi dilakukan menggunakan pelarut etanol 96%. Simplisia serbuk sebanyak 500 gram lalu dimasukkan kedalam Erlenmeyer selanjutnya direndam dengan larutan etanol sebanyak 2 liter dan ditutup dengan aluminium foil dibiarkan selama 3 hari sambil sesekali diaduk. Setelah 5 hari sampel yang direndam tersebut kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring, lalu hasil maserasi tersebut dikentalkan dengan menggunakan alat *vacum rotary evaporator* sehingga didapatkan ekstrak kental. Selanjutnya dihitung persen rendemen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen Ekstrak} = \frac{\text{Bobot total ekstrak}}{\text{Total berat bubuk simplisia}} \times 100\%$$

3. Pembuatan Larutan Uji

Pembuatan larutan uji dinyatakan dalam bentuk konsentrasi larutan. Konsentrasi larutan adalah perbandingan jumlah zat terlarut dengan pelarut. Konsentrasi ini diperoleh dengan menggunakan rumus pengenceran larutan yaitu :

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Keterangan :

M_1 ; Konsentrasi larutan stok

M_2 ; Konsentrasi larutan yang diinginkan

V_1 ; Volume larutan stok

V_2 ; Volume larutan yang diinginkan

Larutan uji dibuat dengan rentang konsentrasi yang berbeda yaitu antara 20%-80%. Konsentrasi ekstrak sampel tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 20%, 40%, 60%, dan 80%. Masing-masing konsentrasi diperoleh dari hasil pengenceran oleh aquades steril dengan ketentuan sebagai berikut :

Jika ingin membuat 5 ml larutan ekstrak biji alpukat dengan konsentrasi 40% maka perlakuan yang benar adalah 2 ml ekstrak biji alpukat lalu ditambahkan aquades steril hingga mencapai volume 5 ml kemudian dihomogenkan. Perlakuan yang sama juga dilakukan dengan masing-masing konsentrasi.

4. Sterilisasi Alat

Sebelum melakukan penelitian alat serta bahan yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu. Seperti cawan petri, tabung reaksi, media agar NA dan seluruh alat serta bahan (ekstrak daun dan biji alpukat) disterilisasikan di dalam

autoklaf selama 15 menit dengan suhu sebesar 100°C setelah sebelumnya dicuci bersih dan dikeringkan serta dibungkus dengan kertas aluminium foil.

5. Pembuatan Media Natrium Agar (NA)

Komposisi yang digunakan dalam pembuatan media *Nutrient Agar* (NA) antara lain yaitu:

Beef extract	3 g
Peptone	5 g
Agar	15 g +
Jumlah	23 g

Sebanyak 23 gram medium disuspensikan kedalam 1 liter aquades dan mengaduk secara terus-menerus diatas api sedang jangan sampai *overheat*, karena akan terbentuk busah dan memuai sehingga tumpah selama kurang lebih 1 menit. Kemudian mengukur pH media diukur dengan mencelupkan kertas pH indikator. Jika pH tidak netral atau lebih dari 7 maka bersifat basa sehingga harus ditambahkan HCl agar kembali normal, sebaliknya apabila pH kurang dari 7 maka bersifat asam sehingga harus ditambahkan NaOH agar kembali normal. Setelah itu media dimasukkan kedalam labu Erlenmeyer dan disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 100°C. Setelah itu media ditunggu hingga agak dingin sekitar suhu 40-45°C.¹ Media NA yang telah dingin kemudian nantinya akan dituangkan kedalam cawan petri sebanyak 10 ml lalu didiamkan sampai memadat.

¹Ratu Safitri, Sinta Sasika Novel, *Medium Analisis Mikroorganism, (Isolasi dan Kultur)*, (Jakarta : CV. Trans Info Media, 2010), h. 56.

6. Pengenceran dan Inokulasi Bakteri Uji

Pengenceran dilakukan terlebih dahulu sebelum biakan bakteri murni diinokulasi. Bakteri diencerkan menggunakan larutan garam (NaCl) fisiologis. Pengenceran bakteri uji dilakukan dengan cara mengambil 1 ose bakteri kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl fisiologis sebanyak 10 ml, kemudian dilihat dan dihitung kekeruhannya menggunakan Mc. Farland, jika kurang dari 0,5 maka ditambah bakteri uji, tetapi jika lebih malah sebaliknya. Standar 0,5 Mc. Farland setara dengan jumlah bakteri $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

Bakteri uji diinokulasi dengan menggunakan teknik *spread plate* (agar tabur ulas). *Spread plate* adalah teknik menanam dengan menyebar suspensi bakteri dipermukaan media agar diperoleh kultur murni. Media NA yang telah ditaburi bakteri uji kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

7. Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran. Metode ini dapat digunakan untuk melihat daerah bening yang dihasilkan disekitar lubang sumur yang dibuat. Daerah bening yang disekitar sumu inilah yang disebut zona hambat. Menggunakan metode difusi sumuran dilakukan dengan cara membuat lubang-lubang pada media yang telah mengandung bakteri dengan menggunakan *yellow tip* dengan diameter 6,7 mm, sebanyak 4 lubang pada setiap cawan petri. Kemudian memasukkan larutan ekstrak kedalam lubang tersebut dengan

berbagai konsentrasi lalu membiarkan cawan petri selama 10 menit untuk melakukan proses difusi kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 36-37°C. Setelah 24 jam mengamati daerah pertumbuhan bakteri yang terjadi dan mengukur diameter dalam milimeter dengan menggunakan jangka sorong (termasuk diameter lubang) minimal sebanyak tiga kali pengukuran.

8. Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder

Kandungan senyawa metabolit sekunder yang akan diuji secara sederhana yaitu flavonoid, saponin, tanin, dan alkaloid. Flavonoid diuji dengan cara memasukkan 1 ml ekstrak kedalam tabung reaksi lalu menambahkan serbuk magnesium sebanyak 0,5 gram dan menambahkan 10 tetes HCl pekat. Bila breaksi positif kandungan flavonoid maka akan menghasilkan larutan bewarna jingga, merah muda atau merah.

Saponin diuji dengan cara memasukkan 1 ml ekstrak kedalam tabung reaksi lalu menambahkan 10 ml air suling setelah itu panaskan selama 2-3 menit diatas bunsen, lalu didinginkan dan setelah dingin dikocok selama 10 detik. Bila breaksi adanya zat saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil setinggi 1-10 cm.

Tanin diuji dengan cara memasukkan ekstrak sebanyak 1 ml kedalam tabung reaksi dan tambahkan larutan FeCl_3 5%. Bila reaksi positif kandungan tanin akan menghasilkan warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam yang kuat.²

Alkaloid dilakukan uji dengan cara menggunakan reagen mayer. Reagen mayer dibuat dengan cara memasukkan 1,36 gram merkuri klorida (HgCl_2) dan 3 ml betadin ke dalam tabung erlenmeyer. Kemudian tambahkan aquades steril hingga volume larutan pada labu erlenmeyer mencapai 100 ml. Larutan tersebut kemudian dihomogenkan. Pereaksi mayer ini seharusnya menggunakan kalium iodida (KI) bukan betadin. Namun karena keterbatasan bahan KI diganti dengan betadin. Betadin dipilih menjadi pengganti karena larutan mengandung senyawa KI.

Pengujian alkaloid dengan menggunakan reagen mayer dilakukan dengan cara memasukkan 1 ml ekstrak kedalam tabung reaksi. Setelah itu menambahkan 2-3 tetes HCl pekat dan 5 tetes reagen mayer. Jika pada larutan tersebut terbentuk endapan putih maka ekstrak positif mengandung alkaloid.³

² Didit purwanto, dkk. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) Dengan Berbagai Pelarut. Palu : Universitas Tadulako.h.26-27.

³ Ergina,dkk."Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) Yang Di Ekstraksi Dengan Pelarut Air dan Etanol". *Jurnal Pendidikan Kimia,FKIP-Universitas Tadulako, Palu*.Vol.3 No.3 (2014).h.167.

E. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data dengan eksperimen dan pengamatan. Pengamatan dalam penelitian adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat, dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti.⁴ Adapun yang diamati dalam penelitian ini adalah perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro dengan mengukur zona hambat. Zona hambat diukur dengan menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm). Menurut Departemen Kesehatan RI menyebutkan bahwa mikroba dinyatakan peka terhadap antibakteri asal tanaman apabila mempunyai diameter daya hambatnya antara 12-24 mm,⁵ berdasarkan zona hambat tersebut peneliti menggolongkannya sebagai berikut:

Diameter Zona Hambat (mm)	Aktivitas antibakteri
< 3 mm	+ (Lemah)
3 - 6 mm	++ (Sedang)
> 6 mm	+++ (Kuat)

⁴Soekidjo Notoadmodjo.*Op.Cit.* h. 131.

⁵Departemen Kesehatan RI, *Inventaris Obat Indonesia Jilid 1*, (Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 1998), h. 23.

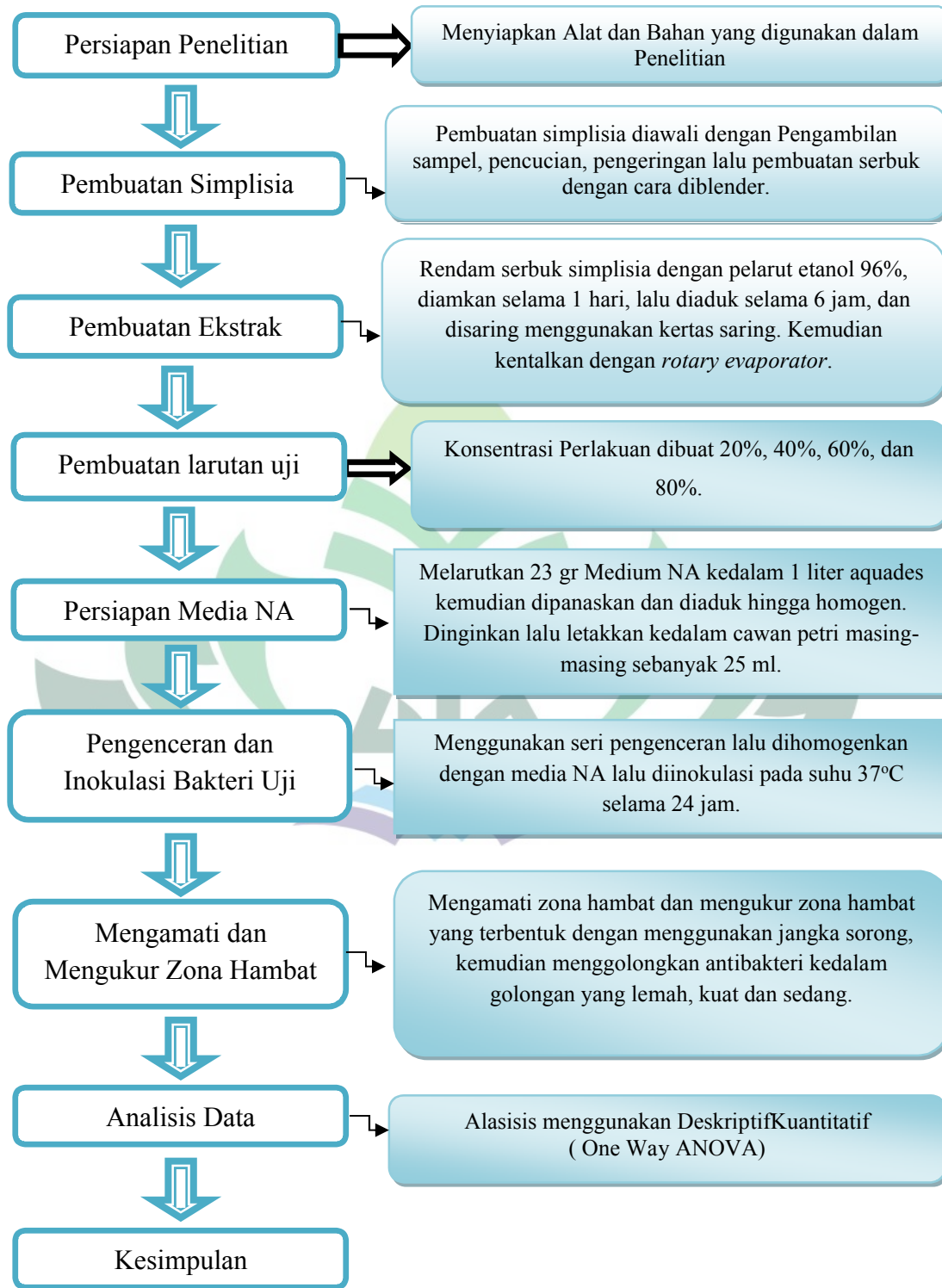
Pengujian aktivitas antibakteri harus dilaksanakan dengan benar agar hasilnya maksimal. Hasil uji bakteri dari masing-masing sampel kemudian didokumentasikan sebagai bahan perbandingan.

F. Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif (One Way ANOVA) yang menunjukkan besarnya luas pertumbuhan koloni biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dinyatakan dalam mm pada sekitar sumuran. Data kuantitatif adalah data yang berhubungan dengan angka-angka, baik yang diperoleh dari hasil pengukuran maupun perhitungan.⁶ Data hasil dari penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel dan diagram yang dideskripsikan tanpa merubah data yang didapatkan saat penelitian, yaitu meliputi data perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. Penguji antibakteri yang dilihat adalah zona hambat yang terbentuk disekitar sumuran.

⁶Soekidjo Notoadmodjo. *Op.Cit.* h. 171.

G. Alur Kerja Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian diawali dengan pembuatan ekstrak dari biji dan daun alpukat (*Persea americana* Mill.) di Laboratorium Biokimia Universitas Lampung. Selanjutnya, dilakukan uji fitokimia dan uji efektivitas pada ekstrak daun dan biji alpukat. Uji fitokimia bertempat di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, sedangkan uji efektivitas dilakukan secara in vitro di Laboratorium Bakteriologi Balai Veteriner Lampung. Uji efektivitas dinyatakan dengan adanya hambatan pada pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

1. Pembuatan Ekstrak

Bagian tanaman yang digunakan yaitu daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill), sebelum pembuatan ekstrak kita membuat simplisia terlebih dahulu, simplisia didapat dari daun ataupun biji yang sudah dikeringkan selama kurang lebih 10 hari, kemudian diblender. Pengeringan bertujuan agar mengurangi kadar air, mencegah tumbuhnya jamur dan tidak mudah rusak sehingga komposisi kimianya tidak mengalami perubahan. Penghalusan dengan cara diblender dapat

mempermudah proses ekstraksi. Semakin halus simplisia dengan ukuran yang kecil akan memperbesar luas permukaannya, sehingga interaksi antara pelarut dan zat terlarut ekstraksi akan semakin besar, dan prosesnya akan berjalan semakin efektif. Serbuk dengan penghalusan yang tinggi memungkinkan sel-sel yang rusak juga semakin besar. Sehingga, memudahkan pengambilan bahan kandungan oleh pelarut saat proses maserasi.¹ Kemudian, simplisia diekstraksi menggunakan metode maserasi lalu dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*.

2. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada biji dan daun alpukat. Biji dan daun diuji untuk mengetahui kandungan senyawa tanin, flavonoid, alkaloid, dan saponin. Hasil uji fitokimia yang terdapat pada biji dan daun alpukat menunjukkan adanya senyawa tanin, flavonoid, alkaloid, dan saponin (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Daun dan Biji *Persea americana* Mill.

Golongan Senyawa	Preaksi	Pengamatan	Ekstrak	
			Daun <i>P. americana</i> Mill.	Biji <i>P. americana</i> Mill.
Flavonoid	Shinoda (Mg+HCl)	Jingga/Merah Muda/Merah	+	+
Tanin	FeCl ₃ 5%	Hijau/Merah/Ungu/	+	+

¹Ria Maulida dan Any Guntarti. 2015. Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (*Oryza Sativa L.*) terhadap Rendemen Ekstrak dan Kandungan Total Antosianin. *Pharmaciana*. Vol. 5. No. 1.

		biru/Hitam kuat		
Saponin	Aquades Steril	Busa Stabil	+	+
Alkaloid	Mayer	Endapan Putih	-	-

Keterangan :

(+) = Teridentifikasi senyawa metabolit sekunder.

(-) = Tidak teridentifikasi senyawa metabolit sekunder.

Berikut pemaparan mekanisme kerja antimikroba dari senyawa aktif yang terkandung di dalam Alpukat tersebut²:

- Mekanisme kerja flavonoid sebagai antimikroba dapat dibagi menjadi tiga yaitu menghambat sintesis asam nukleat, menghambat fungsi membran sel, dan menghambat metabolisme energi. Flavonoid menyebabkan terjadinya kerusakan dinding sel bakteri, mikrosom, dan lisosom sebagai hasil interaksi antara flavonoid dengan DNA bakteri. Flavonoid merupakan turunan senyawa fenol memiliki efek antimikroba dengan mendenaturasi ikatan protein pada membran sel, sehingga membran sel menjadi lisis.
- Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri yaitu dengan mengubah permeabilitas dinding sel, kemudian mengerahkan toksisitas pada semua

² Omajate GC, Enwa FO, Jewo Ao, Eze CO. Mechanism of antimicrobial actions of phytochemicals against enteric pathogens – A review. Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences, 2(2): 77-85. Nigeria: Faculty of Science, Delta State University. 2014.

jaringan secara terorganisir. Saponin dapat bergabung dengan sel membran bakteri untuk kemudian menyebabkan perubahan morfologi sel, sehingga terjadi lisis sel.

- Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat enzim *reverse* transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Tanin memiliki aktivitas antibakteri yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menginaktivkan adhesin sel mikroba, menginaktivkan enzim dan mengganggu transport protein pada lapisan dalam sel. , tanin juga memiliki target pada polipeptida, dinding sel sehingga pembentukan dinding sel kurang sempurna. Hal ini menyebabkan sel bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik maupun fisik sehingga sel bakteri akan mati.³
- Mekanisme kerja alkaloid sebagai antimikroba dengan menghambat topoisomerase, menyisip pada DNA, dan menghambat sintesis DNA, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh atau lisis sel, dan menyebabkan kematian sel tersebut.

3. Uji Antibakteri

Daun dan Biji alpukat dibuat larutan uji dengan konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 80%. Selain itu, larutan yang diujikan berupa kontrol positif (+) dan negatif (-).

³ Dita Purwinda Anggrella, Joko Waluyo, Dwi Wahyuni, *Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Dengan Staphylococcus*, (Jawa Timur: Program studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember, 2014), h. 1

Kontrol (+) menggunakan amoksilin. Kontrol (-) menggunakan aquades steril. Zona hambat yang terbentuk didaerah sumuran dihitung menggunakan jangka sorong dengan ketelitian ukurannya milimeter (mm).

Ekstrak Daun dan biji alpukat dianalisis dengan berbagai macam yaitu yang 1. Membandingkan masing-masing dengan kontrol baik pada zona hambat pertumbuhan pada bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*. 2. Membandingkan rata-rata ekstrak daun dan biji pada zona pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan *E. coli*.

Hasil uji *One way anova* untuk zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* oleh ekstrak daun yang dibandingkan dengan kontrol memiliki nilai signifikan yaitu 0,000. Biji dibandingkan dengan kontrol memiliki zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan nilai signifikan 0,000. Ketika diuji menggunakan *one way annova*, daun dan biji yang diujikan pada bakteri *E. coli* memiliki zona hambat pertumbuhan dengan nilai signifikan yang sama, yaitu 0,000. Hasil uji *one way annova* tersebut baik terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*, menunjukkan bahwa nilai signifikan $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_1 menyatakan bahwa ada pengaruh perbandingan efektivitas daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* secara *in vitro*.

Daun dan biji yang dibandingkan keduanya untuk zona hambat pertumbuhan *S. aureus* menunjukkan bahwa nilai signifikan hasil uji *one way annova* yaitu 0,000.

Sedangkan untuk perbandingan antara daun dan biji terhadap *E. coli* nilai signifikannya yaitu 0,000. Nilai signifikan untuk masing-masing uji menunjukkan $p < 0,05$ yang berarti bahwa selain H_0 ditolak dan H_1 diterima, juga menyatakan dapat dilakukan uji lanjut *Post Hoc* berupa *Least Significant Difference* (LSD). Uji lanjut ini dilakukan agar dapat melihat perbedaan konsentrasi-konsentrasi ekstrak yang satu dengan lainnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri.⁴

3.1 Uji Efektivitas Ekstrak Daun Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*

3.1.1 Uji Efektivitas Ekstrak Daun Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *S. aureus*

Hasil dari uji anova yang memiliki signifikan $p < 0.05$ maka akan dilakukan uji lanjutan *Post Hoc*. Hasil uji lanjutan *Post Hoc* yaitu LSD dengan taraf kepercayaan 95% mengenai zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada daun diperoleh data pada tabel dibawah ini:

Tabel. 4.2 Uji perbandingan ekstrak daun dengan kontrol terhadap bakteri *S. aureus*

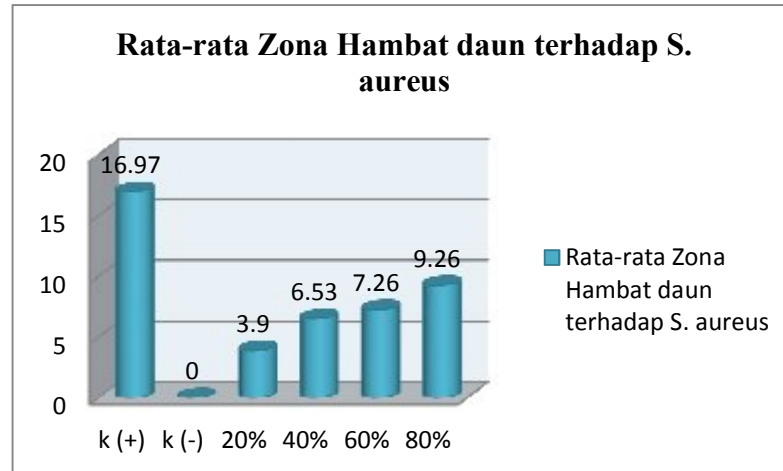
No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	$16,97^a \pm 0,32$
2	Kontrol (-)	$0,00^b \pm 0,00$

⁴Periskila Dina Kali Kulla. 2016. *Uji Aktivitas Antibakteri Dari Ekstrak Bawang Lanang (Allium sativum L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli*. Skripsi. Yogyakarta:Universitas Sanata Darma. h. 59.

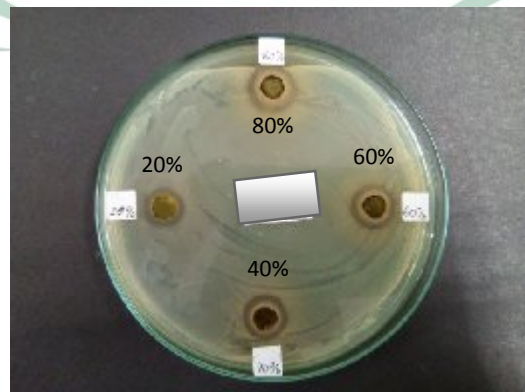
3	20%	$3,90^c \pm 0,45$
4	40%	$6,53^d \pm 1,23$
5	60%	$7,76^{de} \pm 1,37$
6	80%	$9,26^e \pm 0,98$

Berdasarkan hasil pada tabel 4.2 uji statistik diatas zona hambat pertumbuhan yang tertinggi pada konsentrasi 80% dan yang terendah adalah 20%. Konsentrasi ekstrak yang 40%, 60%, 80% dikategorikan pada zat antibakteri yang tergolong kuat karena memiliki rata-rata zona hambat >6 mm yaitu 6,53 mm, 7,26 mm, dan 9,26 mm, sedangkan konsentrasi ekstrak yang 20% dikategorikan pada zat antibakteri yang sedang karena memiliki rata-rata zona hambat 3-6 mm yaitu 3,90 mm. Hasil kontrol (+) amoksilin memiliki efektivitas antibakteri yang tergolong kuat karena memiliki rata-rata zona hambat >6 mm yaitu 16,97 mm. Semakin besar konsentrasi ekstrak daun berbanding lurus dengan zona hambat yang terbentuk. Hal ini dapat dilihat pada grafik di bawah:

Grafik 4.1 Rata-rata Zona Hambat Ekstrak Daun Terhadap Bakteri *S. aureus*



Zona hambat yang terbesar ditunjukkan pada konsentrasi 80%, 60%, 40% dan yang terkecil 20%. Pada (Gambar 4.1), zona hambat yang terbentuk membuktikan bahwa adanya aktivitas antibakteri pada daun alpukat. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan saponi, tanin dan flavonoid sebagai antimikroba sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 4.1 Zona bening ekstrak daun alpukat pada media yang ditumbuhi bakteri *S. aureus*

Rata-rata zona hambat (Grafik.4.1) yang terbentuk dari kontrol (+) menggunakan amoksisilin masih lebih efektif dari pada ekstrak daun alpukat. Karena amoksisilin dapat menghambat sintesis protein dari sel bakteri. Mekanisme kerjanya yaitu dengan cara menghalangi terikatnya RNA (RNA transfer aminoasil) pada situs spesifik di ribosom, selama pemanjangan rantai peptide. Akibatnya sintesis protein terhambat.⁵

Ekstrak daun yang digunakan menunjukkan adanya peningkatan rata-rata diameter zona hambat pada setiap konsentrasinya. Semakin besar konsentrasi ekstrak daun maka diameter zona bening yang terbentuk semakin lebar. Hal ini dikarenakan pada ekstrak 80% kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung lebih banyak dari pada konsentrasi yang lainnya.

3.1.2 Uji Efektivitas Ekstrak Daun Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *E. coli*

Berdasarkan uji aktivitas daun alpukat terhadap bakteri *E. coli* memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan yang berbeda-beda. Pada perlakuan kontrol (+) memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan kontrol (-) memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikannya dengan perlakuan lainnya tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan

⁵Michael J. Pelczar, Jr dan E.C.S Chan. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta:UI Press. h.521.

konsentrasi 20%. Perlakuan konsentrasi 40% memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya, tetapi perlakuan konsentrasi 40% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan konsentrasi 20% dan 60%. Perlakuan konsentrasi 80% memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya tetapi perlakuan konsentrasi 80% tidak berbeda secara signifikan dengan perlakuan konsentrasi 60%.

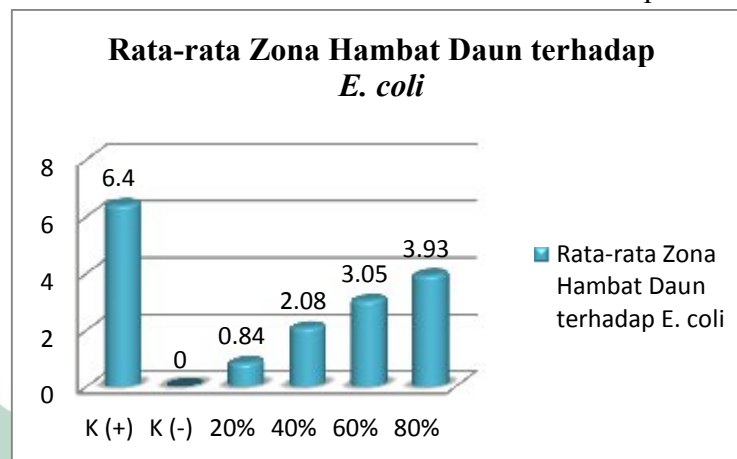
Tabel. 4.3 Uji Perbandingan Ekstrak Daun Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *E. coli*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	6,42 ^a ± 1,10
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	0,84 ^{bc} ± 0,56
4	40%	2,08 ^{cd} ± 0,52
5	60%	3,05 ^{de} ± 0,84
6	80%	3,93 ^e ± 0,81

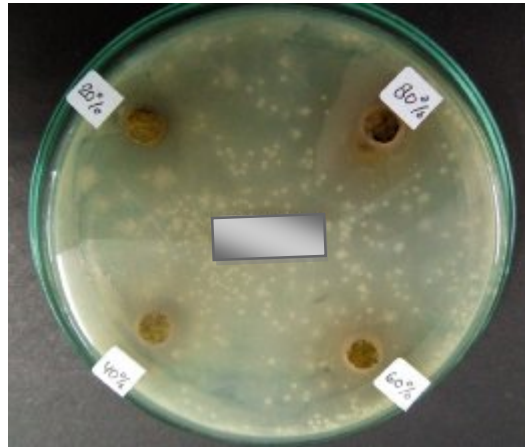
Berdasarkan table 4.3 daun alpukat dapat menghambat bakteri *E. coli* dengan daya hambat yang berbeda-beda. Daya hambat yang termasuk dalam kategori yang tergolong kuat pada kontrol (+) amoksilin karena terbentuk diameter zona hambat yang >6 mm yaitu 6,42 mm. Konsentrasi 60% dan konsentrasi 80% tergolong antibakteri dengan kategori sedang karena terbentuk zona hambat yang 3-6 mm yaitu

3,05 mm dan 3,93 mm. konsentrasi 20% dan konsentrasi 40% tergolong antibakteri dengan kategori lemah karena diameter zona hambat yang terbentuk <3 mm yaitu 0,84 mm dan 2,08 mm. Sedangkan kontrol (-) aquades tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Hal ini dapat dilihat pada grafik 4.2

Grafik 4.2 Rata-rata Zona Hambat Ekstrak Daun Terhadap Bakteri *E. coli*



Grafik 4.2 menunjukkan adanya zona hambat yang terbentuk yang paling tinggi pada kontrol (+) amoksisilin sedangkan zona hambat sedang pada konsentrasi 60% dan 80% dan zona hamba lemah, yaitu pada konsentrasi 20% dan 40%.



Gambar 4.2 Zona bening ekstrak daun alpukat pada media yang ditumbuhi bakteri *E. coli*

Berdasarkan gambar 4.2 ekstrak daun yang digunakan menunjukkan adanya peningkatan rata-rata diameter zona hambat pada setiap konsentrasinya. Semakin besar konsentrasi ekstrak daun maka diameter zona bening yang terbentuk semakin lebar. Hal ini dikarenakan pada ekstrak 80% kandungan senyawa metabolit sekunder yang terkandung lebih banyak dari pada konsentrasi yang lainnya. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian ekstrak daun alpukat terhadap *Enterococcus faecalis* yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun alpukat maka daya hambat yang dihasilkan juga semakin besar, dengan hasil penelitian berupa daya hambat terkecil dihasilkan oleh ekstrak daun alpukat konsentrasi 25% sebesar 8.99

mm, dan daya hambat terbesar dihasilkan oleh ekstrak daun alpukat konsentrasi 100% sebesar 11.82 mm.⁶

3.2 Uji Efektivitas Ekstrak Biji Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *S. aureus* dan *E. coli*

3.2.1 Uji Efektivitas Ekstrak Biji Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *S.aureus*

Biji alpukat pada kontrol (+) memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lain. Kontrol (-) memiliki rata-rata zona hambat Pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lain. Konsentrasi 20% berbeda signifikan dengan kontrol (+), konsentrasi 60% dan 80%, tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan 40%. Konsentrasi 60% memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lain dan konsentrasi 80% memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan *S. aureus* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lain.

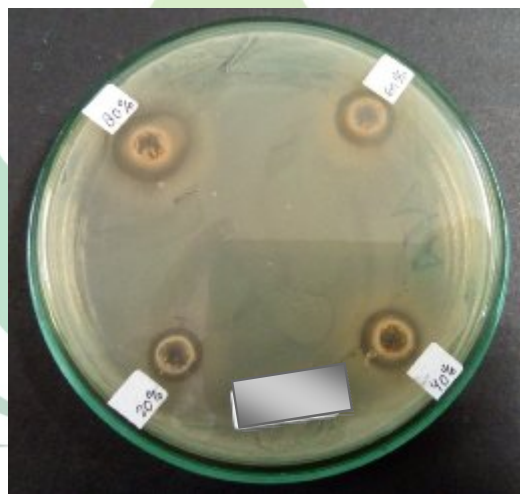
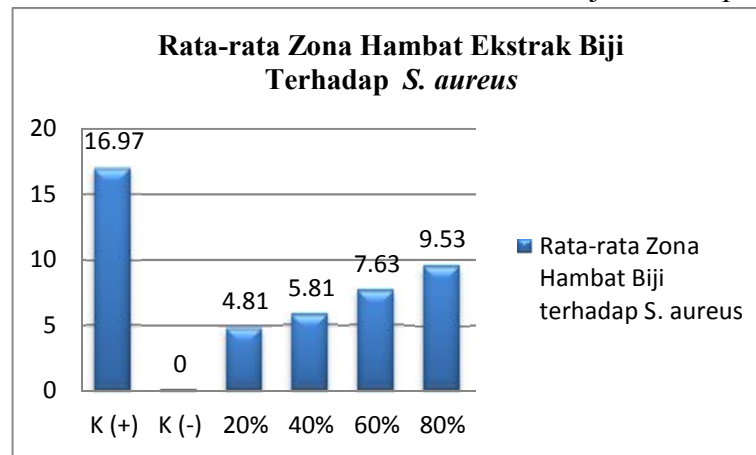
⁶ Felina Lucia Charyadie, Soegijanto Adi, Rima Parwati Sari. Daya Hambat Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana*, Mill.) Terhadap Pertumbuhan *Enterococcus faecalis*. Denta: Jurnal Kedokteran Gigi Vol 8 No. 1, ISSN : 1907-5987. Surabaya: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah. 2014

Tabel. 4.4 Uji perbandingan ekstrak biji dengan kontrol terhadap bakteri *S. aureus*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	16,97 ^a ± 0,32
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	4,81 ^c ± 0,36
4	40%	5,81 ^{cd} ± 1,08
5	60%	7,63 ^e ± 0,57
6	80%	9,53 ^f ± 0,77

Berdasarkan tabel 4.4 biji memiliki efektivitas antibakteri yang tergolong sedang dan kuat misalnya pada konsentrasi 20% dan 40% sudah masuk dalam kategori antibakteri yang tergolong sedang karena berada diantara 3-6 mm. Konsentrasi 20% dan 40% memiliki ukuran masing-masing yaitu 4,81 mm dan 5,81 mm. Sedangkan pada konsentrasi 60% dan 80% dikategorikan antibakteri yang tergolong kuat karena berada >6 mm. Konsentrasi ekstrak 60% dan 80% memiliki ukuran zona bening masing-masing, yaitu 7,63 mm dan 9,53 mm. Kontrol positif digolongkan menjadi antibakteri yang kuat karena zona hambat >6 mm yaitu 16,97 mm. Kontrol (-) dengan menggunakan aquades steril menunjukkan tidak adanya zona bening yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa aquades steril tidak dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri *S. aureus*. Zona hambat yang terbentuk pada uji efektivitas biji menunjukkan semakin tinggi konsentrasi berbanding lurus dengan luas zona bening yang terbentuk (Grafik 4.3).

Grafik 4.3 Rata-rata Zona Hambat Ekstrak Biji Terhadap Bakteri *S. aureus*



Gambar 4.3 Zona bening ekstrak biji alpukat pada media yang ditumbuhi bakteri *S. aureus*

Konsentrasi 80% lebih tinggi daya hambatnya dibandingkan konsentrasi 60%, 40% dan 20% karena didalam konsentrasi 80% lebih sedikit pengenceran dengan aquades steril dan lebih banyak ekstrak yang murninya dibandingkan konsentrasi yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 80% lebih banyak kandungan senyawa aktifnya dibandingkan dengan konsentrasi yang lain.

3.2.2 Uji Efektivitas Ekstrak Biji Alpukat Dibandingkan Dengan Kontrol Terhadap Bakteri *E.coli*

Biji alpukat pada perlakuan kontrol (+) memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya tetapi tidak berbeda signifikan dengan perlakuan konsentrasi 80%. Perlakuan kontrol (-) memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi 40% memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan bakteri *E. coli* yang berbeda secara signifikan dengan perlakuan lainnya tetapi perlakuan konsentrasi 40% tidak berbeda signifikannya dengan perlakuan konsentrasi 20% dan konsentrasi 60%.

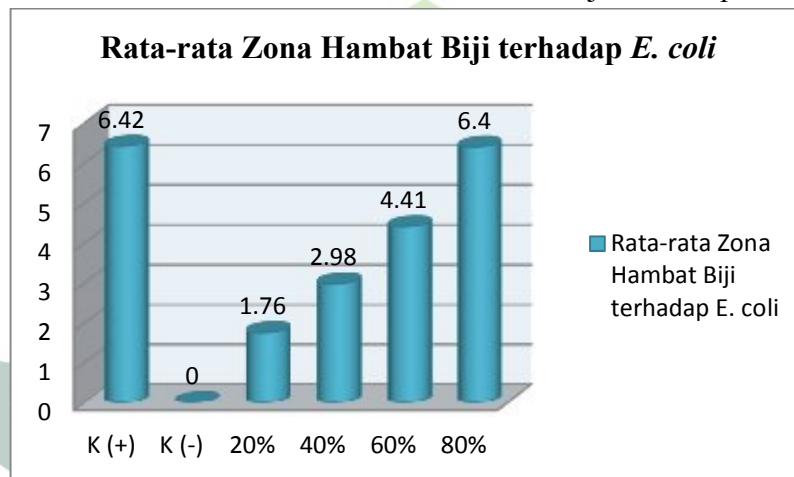
Tabel. 4.5 Uji perbandingan ekstrak biji dengan kontrol terhadap bakteri *E. coli*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	6,42 ^a ± 1,10
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	1,76 ^c ± 0,63
4	40%	2,98 ^{cd} ± 0,44
5	60%	4,41 ^{de} ± 1,01
6	80%	6,40 ^{af} ± 1,11

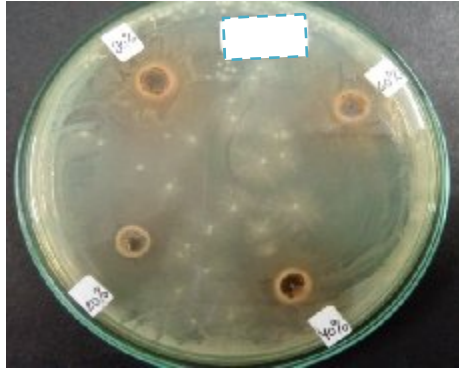
Berdasarkan tabel 4.4 perlakuan yang tergolong dikategorikan kuat yaitu kontrol (+) dan konsentrasi 80% karena memiliki rata-rata zona hambat yang

terbentuk >6 mm yaitu 6,42 mm dan 6,40 mm. Konsentrasi 60% dikategorikan zona hambat yang tergolong sedang karena memiliki rata-rata zona hambat yang terbentuk 3-6 mm yaitu 4,41. Konsentrasi 20% dan konsentrasi 40% dikategorikan zona hambat yang tergolong lemah karena memiliki rata-rata zona hambat yang terbentuk <3 mm yaitu 1,76 mm dan 2,98 mm. Sedangkan kontrol (-) aquades tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* grafik 4.4.

Grafik 4.4 Rata-rata Zona Hambat Ekstrak Biji Terhadap Bakteri *E.coli*



Amoksisilin yang bertindak sebagai kontrol positif dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Bagian dari bakteri yang diserang oleh amoksisilin adalah proses sintesis protein. Sedangkan flavonoid akan menyerang peptidoglikan bakteri. Tanin bertindak menyerang membran sitoplasma dari sel bakteri. Penghambatan sel bakteri atau kematian sel bakteri oleh senyawa-senyawa metabolit sekunder maupun amoksisilin ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening disekitar sumuran.



Gambar 4.4 Zona bening ekstrak biji alpukat pada media yang ditumbuhi bakteri *E. coli*.

Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi kadar konsentrasi ekstrak biji, maka didapatkan zona hambat yang sangat kuat. Hal ini sejalan dengan penelitian ekstrak biji alpukat terhadap *P. aeruginosa* yang mendapatkan nilai rerata zona hambat tertinggi pada konsentrasi 50% dari ekstrak buah alpukat⁷. Selain itu, penelitian ekstrak biji alpukat terhadap pertumbuhan koloni mikroorganisme rongga mulut pada resin akrilik juga menunjukkan bahwa tidak ada pertumbuhan koloni mikroorganisme pada ekstrak biji alpukat pada konsentrasi 100%, sedangkan pada konsentrasi 75 % masih ditumbuhi koloni mikroorganisme⁸. Hasil ini bisa terjadi karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin tinggi kadar kandungan senyawa aktif dan kepekatan bahan uji.

⁷ Haryati, Darmawati, & Wilson. *Perbandingan Efek Ekstrak Buah Alpukat (Persea Americana Mill) terhadap Pertumbuhan Bakteri Pseudomonas Aeruginosa dengan Metode Disk dan Sumuran*. Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang. 2017.

⁸ Laksono, Salim, & Soekobagiono. *Efektifitas Ekstrak Biji Alpukat (Persea Americana Mill) terhadap Mikroorganisme Rongga Mulut pada Resin Akrilik*. Journal of Prosthodontics Vol. 4 No.2 : 52-56. Surabaya : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. 2013.

3.3 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *S. Aureus*

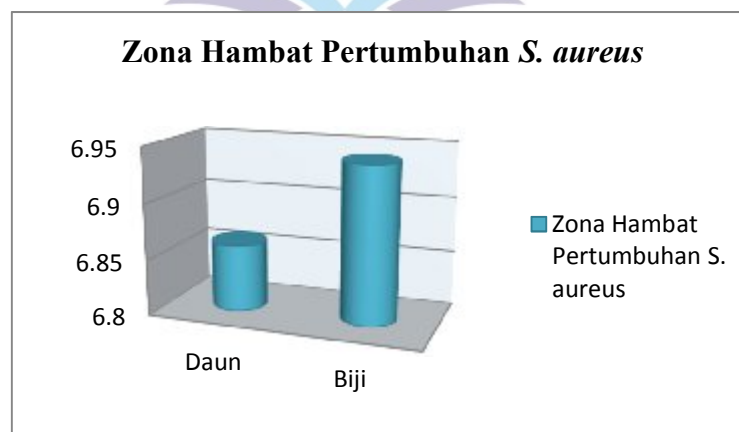
Berdasarkan hasil penelitian Daun dan biji alpukat memiliki zona hambat yang berbeda seperti pada tabel 4.6:-

Tabel. 4.6 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *S. aureus*

No	Ekstrak	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Daun	6,86 mm
2	Biji	6,94 mm

Berdasarkan tabel 4.6 daun dan biji alpukat tergolong sebagai antibakteri yang dikategorikan kuat karena memiliki zona hambat yang berada diantara >6 mm yaitu 6,86 mm dan 6,94 mm. Konsentrasi kedua ekstrak pada bagian tanaman alpukat ini menunjukkan bahwa biji yang lebih efektif dibandingkan daun untuk menghambat bakteri *S. aureus* seperti pada (Grafik 4.5)

Grafik 4.5 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *S. aureus*



Berdasarkan grafik 4.5 biji alpukat lebih efektif dibandingkan dengan daun karena perbedaan kandungan senyawa metabolit sekundernya. Biji dan daun memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti, flavonoid, tannin, dan saponin. Biji diduga lebih banyak kandungan flavonoid, tanin, dan saponin dibandingkan daun sehingga yang lebih efektif sebagai penghambat bakteri *S. aureus*.

Kandungan flavonoid, tanin, dan saponin diketahui mempunyai kemampuan sebagai antibakteri. Mekanisme kerja dari senyawa tersebut sebagai antibakteri secara umum adalah dengan cara merusak dinding sel, mengubah permeabilitas membran, mengganggu sintesis protein, dan menghambat kerja enzim⁹. Senyawa flavonoid berfungsi sebagai bakteriostatik dengan mendenaturasi protein sel bakteri dan dapat merusak membran sitoplasma. Senyawa tanin bekerja mengkerutkan dinding sel atau merusak membran sitoplasma sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri. Sedangkan senyawa saponin dapat bekerja sebagai bakteriostatik dengan cara merusak membran sitoplasma¹⁰. Akibat kerusakan tersebut, sel bakteri tidak dapat melakukan aktivitas metabolisme sehingga pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati.¹¹

⁹ Pelczar MJ & Chan ECS, 2008. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

¹⁰ Robinson T, 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi. Bandung: Penerbit ITB.

¹¹ Dita Purwinda Anggrella, Joko Waluyo, Dwi Wahyuni. *Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Dengan Staphylococcus*. (Jawa Timur: Program studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember). 2014. h. 4

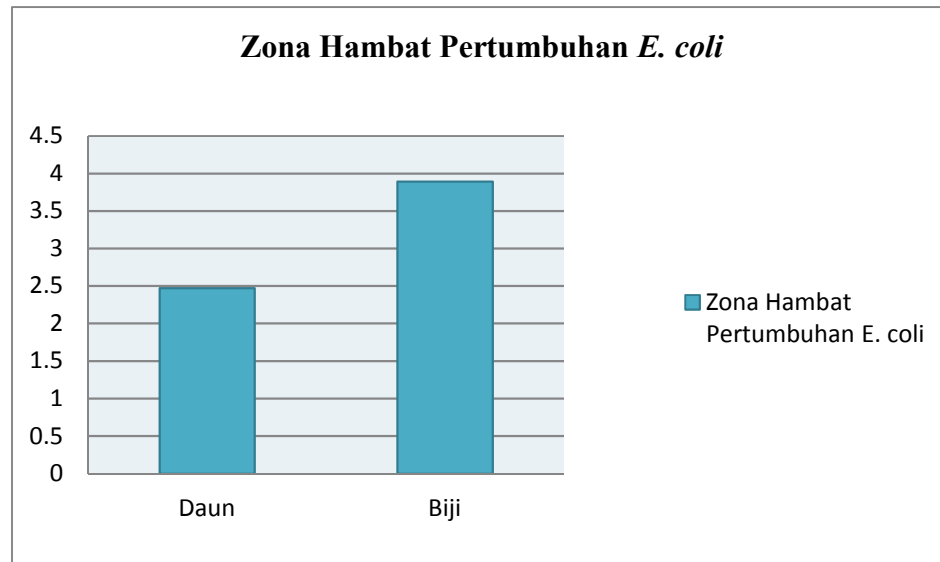
3.4 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *E.coli*

Berdasarkan hasil penelitian daun dan biji alpukat memiliki zona hambat yang berbeda seperti pada tabel 4.7:

Tabel. 4.7 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *E. coli*

No	Ekstrak	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Daun	2,47 mm
2	Biji	3,89 mm

Berdasarkan tabel diatas daun alpukat tergolong sebagai antibakteri yang dikategorikan lemah karena memiliki rata-rata zona hambat berada diantara <3 mm yaitu 2,47 mm. Sedangkan biji alpukat tergolong sebagai antibakteri yang dikategorikan sedang karena memiliki rata-rata zona hambat berada diantara 3-6 mm yaitu 3,89 mm. Zona hambat pertumbuhan yang terbentuk dari kedua ekstrak tersebut ternyata yang lebih efektif untuk menghambat bakteri *E. coli* adalah biji dibandingkan dengan daun yang lemah efektifitasnya untuk menghambat bakteri tersebut. Hal tersebut ditunjukkan pada Grafik 4.6

Grafik 4.6 Uji Perbandingan Ekstrak Daun Dan Biji Terhadap Bakteri *E. coli*

4.5 Uji Perbandingan Ekstrak Daun dan Biji Terhadap Bakteri *S. aureus* dengan *E. coli*

Berdasarkan hasil penelitian pada bagian tanaman alpukat seperti Daun dan Biji memiliki zona hambat pertumbuhan yang berbeda-beda baik pada bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*. Biji memiliki rata-rata zona hambat pertumbuhan terbesar dibandingkan daun baik untuk menghambat bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*. Daun merupakan ekstrak yang rata-rata zona hambat pertumbuhan bakterinya lebih rendah jika dibandingkan biji baik pada penghambatan bakteri *S. aureus* maupun *E. coli*. Daun dan biji lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dibandingkan *E. coli*.

Tabel. 4.8 Uji Perbandingan Ekstrak Daun Dan Biji Terhadap *S. aureus* dengan *E. coli*

No	Ekstrak	<i>S.aureus</i> (mm)	<i>E.coli</i> (mm)
1	Daun	6,86	2,47
2	Biji	6,94	3,89

Berdasarkan tabel 4.8 Daun alpukat dapat lebih menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dibandingkan *E. coli*, karena zona hambat yang terbentuk lebih luas. Daun dalam menghambat bakteri *S. aureus* memiliki Zona hambat 6,86 mm, sedangkan pada bakteri *E. coli* 2,47 mm. Konsentrasi daun untuk penghambatan bakteri *S. aureus* digolongkan sebagai antibakteri dalam kategori yang kuat karena memiliki rata-rata zona hambat yang berada diantara >6 mm. Sedangkan pada penghambatan bakteri *E. coli* dikategorikan sebagai antibakteri yang lemah karena memiliki rata-rata zona hambat yang berada diantara <3 mm.

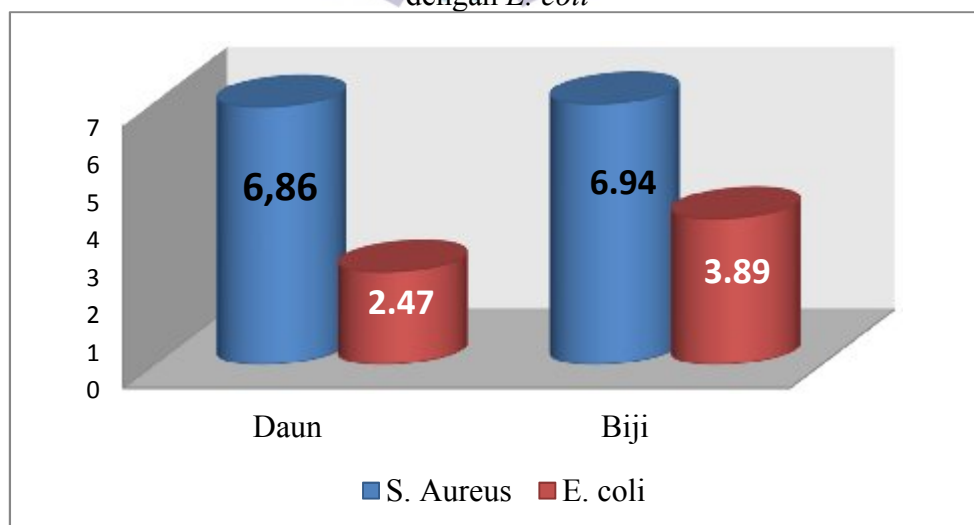
Biji alpukat dapat lebih menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dibandingkan bakteri *E. coli*. Zona hambat pertumbuhan yang terbentuk untuk bakteri *S. aureus* yaitu 6,94 mm sedangkan pada bakteri *E. coli* 3,89 mm. Konsentrasi ekstrak biji baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* digolongkan sebagai antibakteri dalam kategori yang kuat karena memiliki rata-rata zona hambat yang berada diantara >6 mm. Sedangkan pada penghambatan bakteri *E. coli*

dikategorikan sebagai antibakteri yang sedang karena memiliki rata-rata zona hambat yang berada diantara 3-6 mm.

Pada konsentrasi 80% adalah yang paling efektif dari kedua ekstrak tersebut karena konsentrasi 80% pengenceran dengan aquadesnya lebih sedikit dibandingkan konsentrasi yang lainnya sehingga kandungan metabolit sekundernya lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi yang lain.

Ekstrak biji menghasilkan Zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* lebih besar dibandingkan daun. Daun memiliki zona hambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* paling rendah dibandingkan biji. Daun lebih efektif menghambat bakteri *S. aureus* dibandingkan dengan *E. coli*. Biji lebih efektif menghambat bakteri *S. aureus* dibandingkan *E. coli*. Hal ini dapat dilihat pada grafik 4.7.

Grafik 4.7 Rata-rata Zona Hambat Ekstrak Daun dan Biji terhadap bakteri *S. aureus* dengan *E. coli*



Berdasarkan grafik 4.7 dapat kita bandingkan hasilnya dengan penelitian-penelitian sebelumnya misalnya saja biji alpukat (*Persea Americana*) lebih efektif menghambat *S. aureus* dibandingkan *E. coli*.¹² Uji daya hambat ekstrak biji pinang yaki juga membuktikan bahwa *S. aureus* lebih besar zona hambatnya dibandingkan dengan *E. coli*.¹³ Ekstrak daun sirih dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* lebih besar dibandingkan dengan *E. coli*.¹⁴ Ekstrak dan biji buah pulasan memiliki zona hambat yang lebih besar pada *S. aureus* dibandingkan dengan *E. coli*.¹⁵ *S. aureus* memiliki zona hambat yang lebih besar dibandingkan *E. coli* karena adanya perbedaan susunan peptidoglikannya.

Karena Bakteri *S. aureus* memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dibandingkan dengan *E. coli*. Lapisan peptidoglikan *S. aureus* tebalnya 15-80 nm, sedangkan *E. coli* 10-15 nm. Namun, kandungan lipid dari *S. aureus* rendah hanya 1-4%, sedangkan pada *E. coli* tinggi yaitu 11-12 %. *S. aureus* memiliki asam teikoat yang dapat larut dalam air dan bersifat polar. *E. coli* tidak mengandung asam teikoat.¹⁶ Dengan demikian dapat diketahui bahwa *E. coli* memiliki lapisan peptidoglikan yang lebih kompleks daripada *S. aureus*, meskipun bakteri gram positif

¹²Op. Cit.Dita Purwinda Anggrella, Joko Waluyo, Dwi Wahyuni.

¹³Caesar H. Rundengan, et al. 2017. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pinang Yaki (*Areca Vestitaria*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmakon: Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol.6. No.1. h. 37-46.

¹⁴ Anang Hermawan. 2007. *Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L) terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus dan Escherichia coli dengan Metode Difusi Disk*. Artikel Ilmiah.Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

¹⁵ Y. Fatisa. 2013. Daya Antibakteri Ekstrak Kulit dan Biji Buh Pulasan (*Nephelium mutabile*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro.*Jurnal Peternakan*. Vol.10. No.1. h. 31-38.

¹⁶ Michael J. Pelczar dan E. S. C Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 1*. Jakarta:Universitas Indonesia (UI Press). h.117.

ini lapisan peptidoglikannya lebih tebal. Zona bening yang terbentuk pada media yang ditumbuhi *S. aureus* dan *E. coli* disebabkan adanya zat penghambat pertumbuhan bakteri.

Zat hambat pertumbuhan bakteri yang terdapat pada ekstrak alpukat berupa senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, saponin, alkaloid dan tanin. Flavonoid dapat memberikan zona hambat terhadap *S. aureus* lebih besar dari pada *E. coli*. Hal ini, karena flavonoid memiliki sifat yang sama seperti peptidoglikan *S. aureus* yaitu polar. Peptidoglikan *E. coli* lebih bersifat nonpolar karena kandungan lipidnya yang tinggi dan tidak mengandung asam teikoat. Oleh karena itu, zat aktif flavonoid lebih mudah menembus dan merusak peptidoglikan bakteri *S. aureus* dibandingkan *E. coli*. Begitu pula saponin yang dapat menurunkan tegangan permukaan dinding sel. Saponin lebih mudah menurunkan tegangan permukaan dinding sel dari bakteri *S. aureus* karena sifatnya polar dibandingkan *E. coli* yang nonpolar. Setelah lapisan peptidoglikan rusak barulah tanin dapat masuk ke dalam sel bakteri. Jika sel bakteri sulit dirusak atau ditembus karena kandungan lipidnya tebal, maka tanin yang masuk kedalam sel bakteripun tidak bisa optimal, begitupun sebaliknya. Flavonoid yang dapat menembus dan merusak lapisan peptidoglikan bakteri *S. aureus* dengan cepat karena bersifat polar maka tanin yang dapat masuk ke dalam sel pun optimal untuk merusak membran sitoplasma sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri. Akibat terganggunya, sel tidak dapat melakukan aktivitas metabolisme sehingga

pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati. Sehingga, zona hambat yang terbentuk pada media yang ditumbuhi bakteri *S. aureus* lebih luas dibandingkan *E. coli*.

B. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Biologi mempelajari banyak hal yang berkaitan dengan kehidupan seperti biosfer, ekosistem, komunitas, populasi, organisme, sistem organ, sel dan molekul. Mikroorganisme adalah materi pembelajaran yang diajarkan di jenjang sekolah menengah selain tingkat organisasi kehidupan tersebut. Mikroorganisme yang biasanya dipelajari mencakup virus, protozoa, fungi dan bakteri. Bakteri adalah mikroorganisme kecil yang dapat membahayakan maupun menguntungkan.

Bakteri dipelajari oleh peserta didik yang duduk di bangku sekolah menengah atas kelas X semester 1.

Penelitian ini dibuat sebagai sumber belajar bagi peserta didik untuk mengenal lebih jauh mengenai perbedaan bakteri gram positif dan gram negatif. Sehingga peserta didik dapat belajar dengan cara mempraktekan langsung dengan adanya panduan praktikum. Penuntun atau panduan praktikum diharapkan mampu membuat peserta didik lebih mudah memahami konsep mengenai *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*, khususnya dalam bab materi monera.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan antara daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) yang lebih efektif adalah Biji karena memiliki Zona hambat pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* lebih besar dibandingkan daun.
2. Daun dan biji alpukat lebih efektif menghambat *S. aureus* dibandingkan dengan *E. coli*.
3. Konsentrasi yang paling efektif dari ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) adalah yang paling tinggi efektivitasnya ada pada konsentrasi 80% dibandingkan konsentrasi yang lainnya.

B. Saran

1. Guru Biologi

Kepada guru biologi SMA agar dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai sumber belajar di kelas X semester ganjil pada sub konsep mengenai perbedaan bakteri gram positif dan gram negatif.

2. Peserta didik

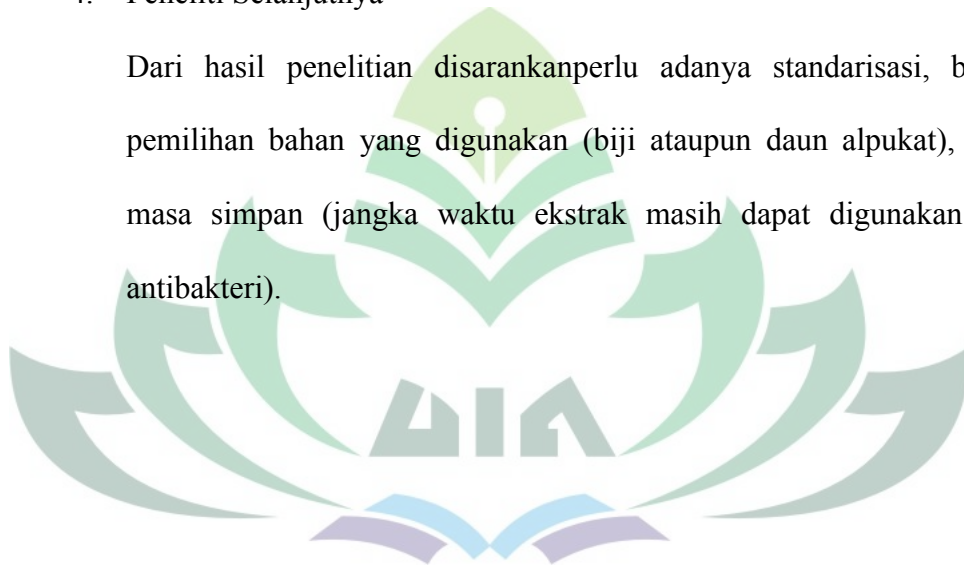
Kepada Peserta Didik dapat menggunakan penelitian ini sebagai penambah wawasan pemahaman tentang bakteri.

3. Masyarakat

Dapat menggunakan penelitian ini sebagai rujukkan untuk memanfaatkan tanaman herbal yang ada disekitar lingkungan.

4. Peneliti Selanjutnya

Dari hasil penelitian disarankan perlu adanya standarisasi, baik dari pemilihan bahan yang digunakan (biji ataupun daun alpukat), lamanya masa simpan (jangka waktu ekstrak masih dapat digunakan sebagai antibakteri).



DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Sri Fitri Kusuma, M.Si. Apt. *Escherichia coli*. Bandung: Universitas Padjajaran Fakultas Farmasi Jatinangon, 2010.
- Akbar, M. Rizki Valian, et al. *Perbandingan Efektivitas Antibakteri Anantara Ekstrak Metanol Kulit Batang Kasturi dengan Ampisilin terhadap Staphylococcus aureus In Vitro. Berkala Kedokteran*. Vol.12.No.1. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. 2016.
- Amalia, Sri. Sri Wahdaningsih and Eka Kartika Untari. *Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi N-Heksan Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus Britton & Rose) Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus Atcc 25923*. Pontianak: Universitas Tanjung Pura. 2014.
- Anang Hermawan. *Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L) terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus dan Escherichia coli dengan Metode Difusi Disk*. Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. 2007.
- Anggrella Purwinda, Dita, Joko Waluyo, Dwi Wahyuni. *Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Dengan Staphylococcus*. Jawa Timur: Program studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Jember, 2014.
- Astari, Nuriza. *Hubungan Pemberian Susu Formula Dengan Kejadian Diare Pada Bayi Usia 0-6 Bulan*. Padang : Journal Of Nutrition College, Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponogoro, 2013.
- Caesar H. Rundengan, et al. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pinang Yaki (*Areca Vestitaria*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmakon: Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol.6. No.1. Manado: FMIPA UNSRAT Manado. 2017.
- Centers for Disease and Preventions. Hygiene related diseases, "Chronic diarrhea"*. Agustus 18, 2011.

Charyadle Lucia, Felina, Soegijanto Adi, Rima Parwati Sari. *Daya Hambat Ekstrak Daun Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Enterococcus faecalis*. Surabaya:Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah, 2014.

Departemen Kesehatan RI. *Inventaris Obat Indonesia Jilid I*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 1998.

Departemen RI. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Solo: PT Qomari Prima Publisher, 2007.

Dwidjoseputro, D. *Dasar – Dasar Mikrobiologi*. Malang : Djambatan, 2005.

Felina Lucia Charyadie, Soegijanto Adi, Rima Parwati Sari. *Daya Hambat Ekstrak Daun Alpukat (Persea americana, Mill.) Terhadap Pertumbuhan Enterococcus faecalis*. Denta: Jurnal Kedokteran Gigi Vol 8 No. 1, ISSN : 1907-5987. Surabaya: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah. 2014.

Hadi, Sujono. *Gastroenterologi*, Yogyakarta: Alumni, 1991.

Hanafiah Ali, Kemas. *Rancangan Percobaan*. Jakarata: Raja Grafindo Persada, 2011.

Haryati, Darmawati, & Wilson. *Perbandingan Efek Ekstrak Buah Alpukat (Persea Americana Mill) terhadap Pertumbuhan Bakteri Pseudomonas Aeruginosa dengan Metode Disk dan Sumuran*. Prosiding Seminar Nasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang. 2017.

Hastuti, Utami Sri, et al. *Daya Antibakteri Metabolit Kapang Endofit Dari Tanaman Obat Gingseng Jawa (Talinum Paniculatum (JAQ.) GEARTN) terhadap E. coli dan B. Subtilis*. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek*. Malang: Universitas Negeri Malang. 2016.

Ismiyati, N. dan Trilestari. *Pengembangan Formulasi Masker Ekstrak Air Daun Alpukat (Persea americana Mill) Sebagai Antibakteri Staphylococcis Aureus Untuk Pengobatan Jerawat*. *Pharmaciana Vol 4 No. 1*. Yogyakarta: Poltekes Setya Indonesia. 2014.

- Jati, Handoko Siswono. *Efek Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Salam (Syzygium polyanthum [wight.] Walp) Pada Hati Tikus Jantan Galur Wistar Yang Diinduksi Karbon Tetraklorida (cc14)*. Surakarta: Skripsi, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2008.
- Jaya, Miko Ara. *Isolasi dan Uji Efektivitas Anti Bakteri Senyawa Saponin Dari Akar Putri Malu (Mimisa pudica)*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Malang, 2010.
- Kementerian Kesehatan RI. *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2010*. Jakarta: Badan penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010.
- Laksono, Salim, & Soekobagiono. *Efektifitas Ekstrak Biji Alpukat (Persea Americana Mill) terhadap Mikroorganisme Rongga Mulut pada Resin Akrilik*. Journal of Prosthodontics Vol. 4 No.2 : 52-56. Surabaya : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. 2013.
- Liu L, Johnson HL, Cousens S, Perin J, Scott S, Lawn JE, Rudan I, Campbell H, Cibulskis R, Li M, Mathers C, Black RE. (2012). Child Health Epidemiology Reference Group of WHO and UNICEF. Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. *Lancet*, Jun 9;379(9832). 2151-2161.
- Nadhilla, Nyimas Farisa. *The Activity Of Antibacterial Agent Of Honey Against Staphylococcus Aureus*. Lampung: Universitas Lampung. 2014.
- Nastiti, N. A. *Uji Ekstrak Daun Alpukat (Persea americana Mill) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli Secara Invitro*. Malang: Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. 2010.
- Netty Febriyanti Sugiarto. *Uji Antibakteri*. Jakarta: FMIPA UI, 2008.
- Ningsih, Mardiya. A., dan Ismiyati, N. *Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanolik Daun Alpukat (Persea americana Mill.) Pada Sel Kanker Leher Rahim Hela*. Traditional Medicine Journal, Vol. 19(1). Yogyakarta: Poltekkes Setya Indonesia. 2014.

- Omajate GC, Enwa FO, Jewo Ao, Eze CO. Mechanism of antimicrobial actions of phytochemicals against enteric pathogens – A review. *Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 2(2): 77-85. Nigeria: Faculty of Science, Delta State University. 2014.
- Paramawati, Raffi, Hildegardis Dyna Retno Dumilah. *Khasiat Ajaib Daun Alpukat*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2016.
- Putri Widya, Luthpi, Umi Yuniarni, Siti Hazar. *Uji Efek Antihiperlikemia Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Alpukat dan Biji Alpukat (Persea americana. Mill) Terhadap Mencit Jantan (Mus musculus) Swiss Webster Yang Diinduksi Aloksan*. Bandung : Fakultas MIPA, Universitas Bandung, 2015.
- Maulida, Ria dan Guntarti, Any. *Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (Oryza Sativa L.) Terhadap Rendemen Ekstrak dan Kandungan Total Antosianin. Pharmacia. Vol. 5. No. 1*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan. 2015.
- Rompas, Jein Megarian. *Hubungan Antara Prilaku Cuci Tangan Pakai Sabun Dngan Terjadinya Diare Pada Anak Usia Sekolah Di SD GMIM Dua Kecamatan Tareran*. Manado: Ejournal Keperawatan Universitas Sam Ratulangi, 2013.
- Rosanti, Dewi. *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta : Erlangga, 2013.
- Safitri Ratu, Sinta Sasika Novel. *Medium Analisis Mikroorganisme (Isolasi dan Kultur)*. Jakarta : CV. Trans Info Media, 2010.
- Saputri Asih, Dwijowati. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Bandar Lampung: Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah, Iain Raden Intan Lampung, 2012.
- Sitorus, Marham. *Kimia Organik Umum*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Subandi, Muhammad. *Mikrobiologi Edisi Revisi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014.
- WHO. (2012). *Child health epidemiology*. 16 Oktober 2012.

WHO. (2013). *Diarrhoeal disease*. April, 2013.

Widjaja, M.C. *Mengatasi Diare dan Keracunan Pada Balita*. Jakarta: Kawan Pustaka, 2002.

Y. Fatisa. Daya Antibakteri Ekstrak Kulit dan Biji Buh Pulasan (*Nephelium mutabile*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan*. Vol.10. No.1. Riau: UIN Syarif Kasim Riau. 2013.

Zahro, Latifatuz. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar Saponin Jamur Tiram Putih (*Pleorotus ostreatus*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *UNESA Journal of Chemistry*. Vol.2. No.3. Surabaya: Universitas Surabaya. 2013.

Zein, Umar, Khalid Huda Sagala, Josia Ginting. *Diare Akut Disebabkan Bakteri*. Medan: Universitas Sumatra Utara Fakultas Kedokteran, 2004.



Lampiran 1

Hasil Pengamatan

Uji Kontrol (*Stapylococcus aureus*)

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
Kontrol + (Amoksilin)	16.62	17.03	17.26	16.97
Kontrol – (Aquades Steril)	0.00	0.00	0.00	0.00

Uji Kontrol (*Escherichia coli*)

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
Kontrol + (Amoksilin)	6.33	5.36	7.56	6.42
Kontrol – (Aquades Steril)	0.00	0.00	0.00	0.00

Daun *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20	4.39	3.82	3.50	3.90
40	5.19	7.59	6.82	6.53
60	8.03	6.28	8.97	7.76
80	10.16	8.21	9.41	9.26
Rata-rata	6.94	6.48	7,18	6.86

Biji *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20	5.17	4.46	4.81	4.81
40	5.86	6.87	4.71	5.81
60	7.13	8.25	7.52	7.63
80	8.75	9.55	10.29	9.53
Rata-rata	6.72	7.28	6.83	6.94

Daun *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20	0.58	1.49	0.46	0.84
40	1.51	2.20	2.53	2.08
60	3.78	3.24	2.14	3.05
80	4.57	3.02	4.21	3.93
Rata-rata	2.61	2.48	2.33	2.47

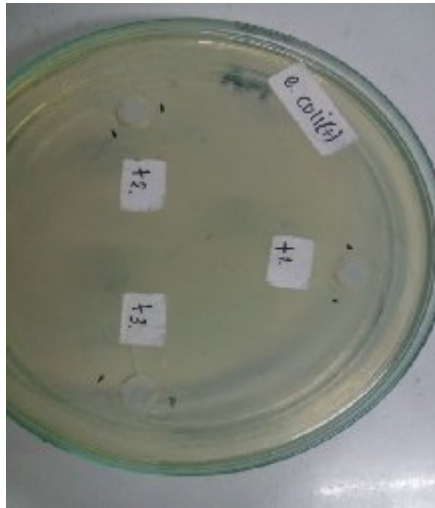
Biji *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20	1.74	1.14	2.40	1.76
40	3.34	3.12	2.49	2.98
60	3.26	5.15	4.81	4.41
80	5.13	7.17	6.90	6.40
Rata-rata	3.37	4,14	4.15	3.89

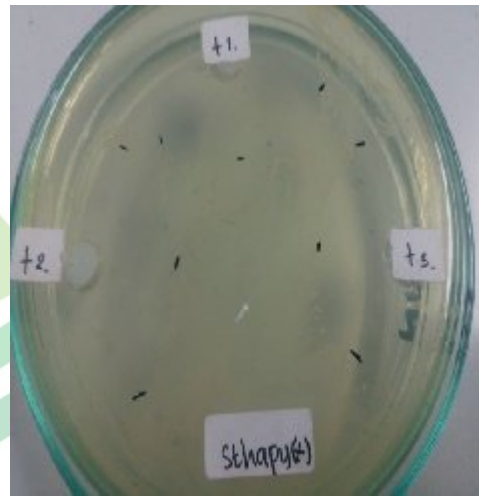
Lampiran 2

Gambar Hasil pengamatan

1. Kontrol (+) Amoksilin



Escherichia coli



Staphylococcus aureus

2. Kontrol (-) Aquades Steril

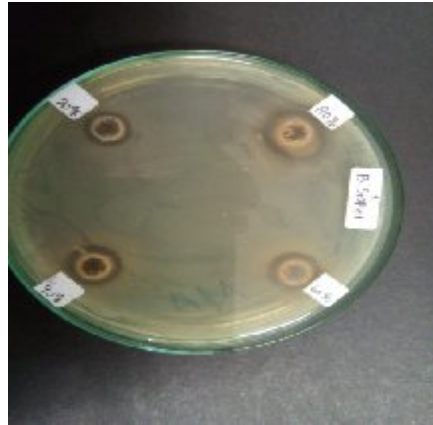


Escherichia coli

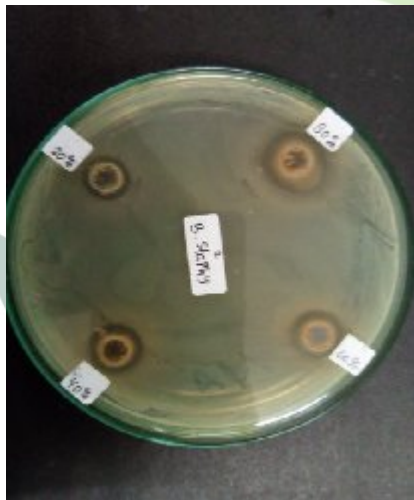


Staphylococcus aureus

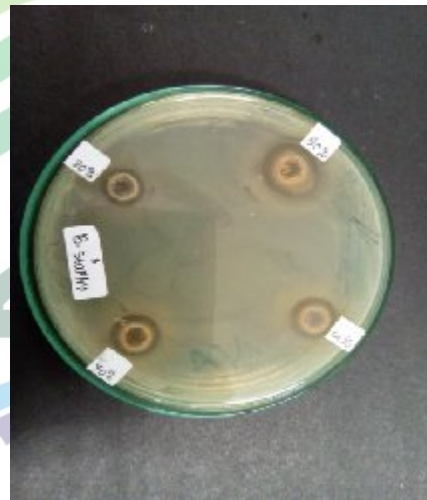
3. Biji Alpukat (*Staphylococcus aureus*)



(1)

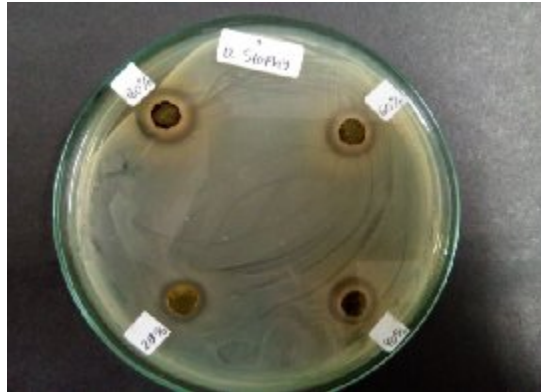


(2)

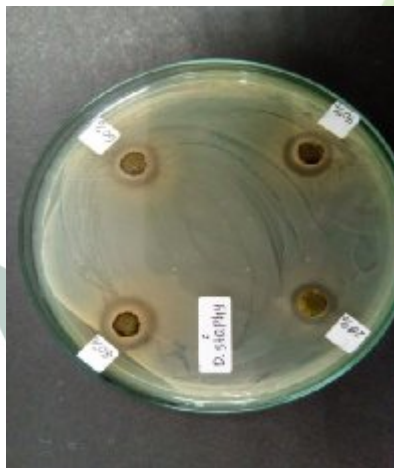


(3)

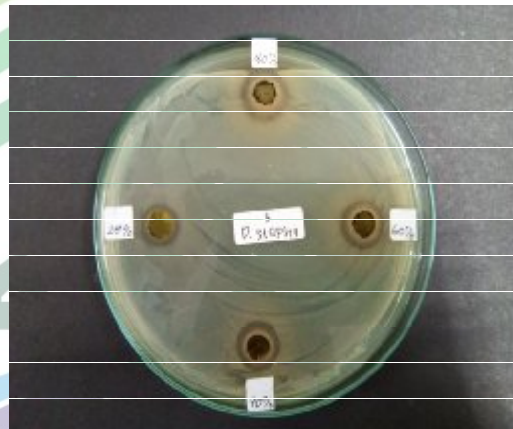
4. Daun Alpukat (*Staphylococcus aureus*)



(1)

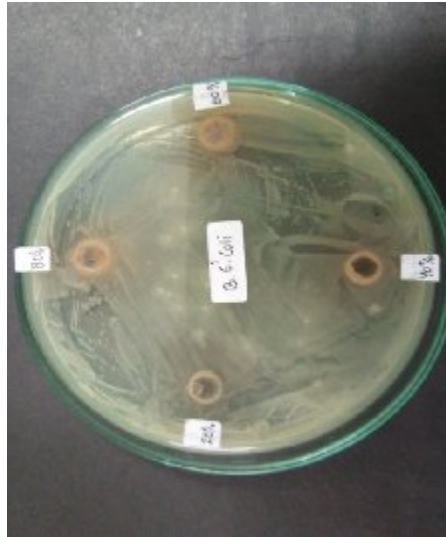


(2)

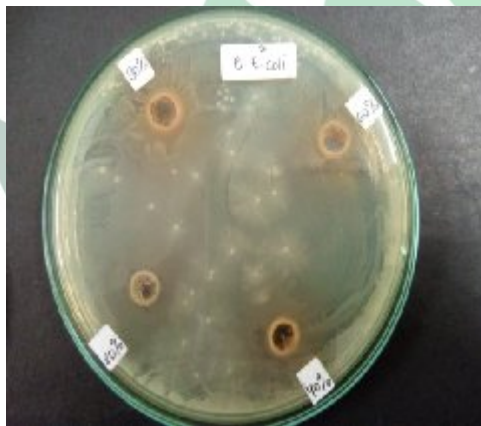


(3)

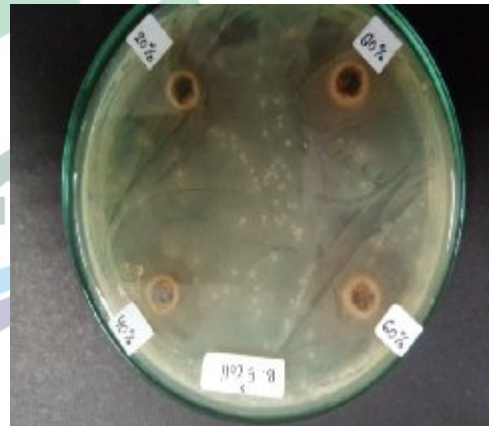
5. Biji Alpukat (*Escherichia coli*)



(1)

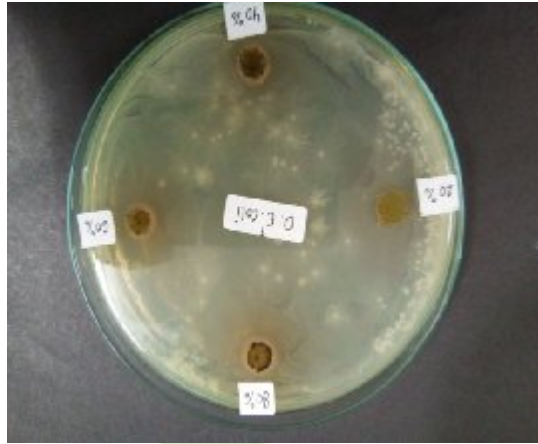


(2)

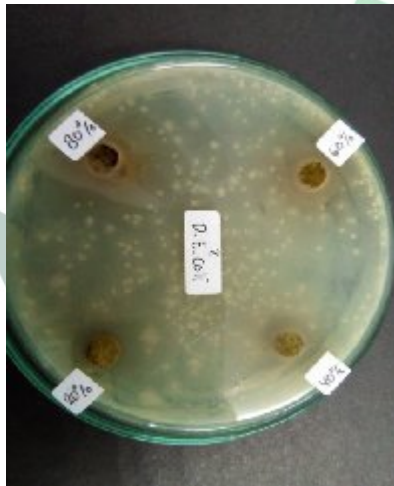


(3)

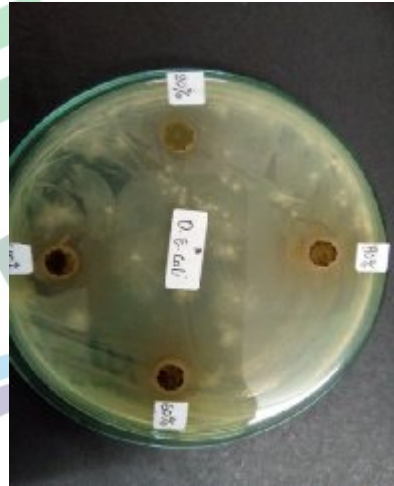
6. Daun Alpukat (*Escherichia coli*)



(1)



(2)



(3)

Lampiran 3

Hasil Analisis Perhitungan

1. Daun *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Descriptives

dn_hambat_aureus

					95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	16.9700	.32419	.18717	16.1647	17.7753	16.62	17.26
2	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
3	3	3.9033	.45081	.26028	2.7834	5.0232	3.50	4.39
4	3	6.5333	1.22541	.70749	3.4892	9.5774	5.19	7.59
5	3	7.7600	1.36517	.78818	4.3687	11.1513	6.28	8.97
6	3	9.2600	.98362	.56789	6.8166	11.7034	8.21	10.16
Total	18	7.4044	5.41250	1.27574	4.7129	10.0960	.00	17.26

Test of Homogeneity of Variances

dn_hambat_aureus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.806	5	12	.066

ANOVA

dn_hambat_aureus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	488.735	5	97.747	126.365	.000
Within Groups	9.282	12	.774		
Total	498.018	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

dn_hambat_aureus

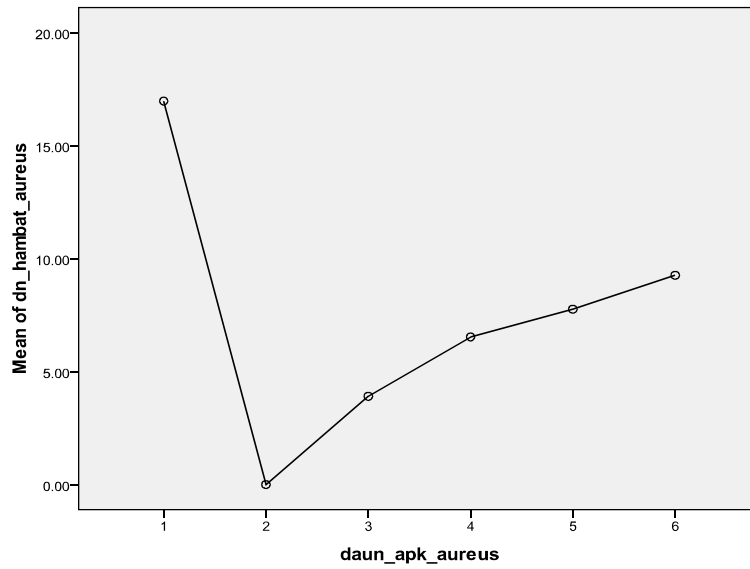
LSD

				95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2	16.97000*	.71811	.000	15.4054	18.5346
3	13.06667*	.71811	.000	11.5020	14.6313
4	10.43667*	.71811	.000	8.8720	12.0013
5	9.21000*	.71811	.000	7.6454	10.7746
6	7.71000*	.71811	.000	6.1454	9.2746
1	-16.97000*	.71811	.000	-18.5346	-15.4054
3	-3.90333*	.71811	.000	-5.4680	-2.3387
4	-6.53333*	.71811	.000	-8.0980	-4.9687
5	-7.76000*	.71811	.000	-9.3246	-6.1954
6	-9.26000*	.71811	.000	-10.8246	-7.6954
1	-13.06667*	.71811	.000	-14.6313	-11.5020
2	3.90333*	.71811	.000	2.3387	5.4680
4	-2.63000*	.71811	.003	-4.1946	-1.0654
5	-3.85667*	.71811	.000	-5.4213	-2.2920
6	-5.35667*	.71811	.000	-6.9213	-3.7920
1	-10.43667*	.71811	.000	-12.0013	-8.8720

2	6.53333*	.71811	.000	4.9687	8.0980
3	2.63000*	.71811	.003	1.0654	4.1946
5	-1.22667	.71811	.113	-2.7913	.3380
6	-2.72667*	.71811	.003	-4.2913	-1.1620
1	-9.21000*	.71811	.000	-10.7746	-7.6454
2	7.76000*	.71811	.000	6.1954	9.3246
3	3.85667*	.71811	.000	2.2920	5.4213
4	1.22667	.71811	.113	-.3380	2.7913
6	-1.50000	.71811	.059	-3.0646	.0646
1	-7.71000*	.71811	.000	-9.2746	-6.1454
2	9.26000*	.71811	.000	7.6954	10.8246
3	5.35667*	.71811	.000	3.7920	6.9213
4	2.72667*	.71811	.003	1.1620	4.2913
5	1.50000	.71811	.059	-.0646	3.0646

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tabel. 4.1 Uji daun terhadap *S. aureus*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	16,97 ^a ± 0,32
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	3,90 ^c ± 0,45
4	40%	6,53 ^d ± 1,23
5	60%	7,76 ^{de} ± 1,37
6	80%	9,26 ^{ef} ± 0,98

2. Biji *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Descriptives

bj_hambat_aureus

					95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	16.9700	.32419	.18717	16.1647	17.7753	16.62	17.26
2	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
3	3	4.8133	.35501	.20497	3.9314	5.6952	4.46	5.17
4	3	5.8133	1.08076	.62397	3.1286	8.4981	4.71	6.87
5	3	7.6333	.56854	.32824	6.2210	9.0457	7.13	8.25
6	3	9.5300	.77019	.44467	7.6167	11.4433	8.75	10.29
Total	18	7.4600	5.34129	1.25896	4.8038	10.1162	.00	17.26

Test of Homogeneity of Variances

bj_hambat_aureus

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.750	5	12	.198

ANOVA

bj_hambat_aureus

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	480.369	5	96.074	248.939	.000
Within Groups	4.631	12	.386		
Total	485.000	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

bj_hambat_aureus

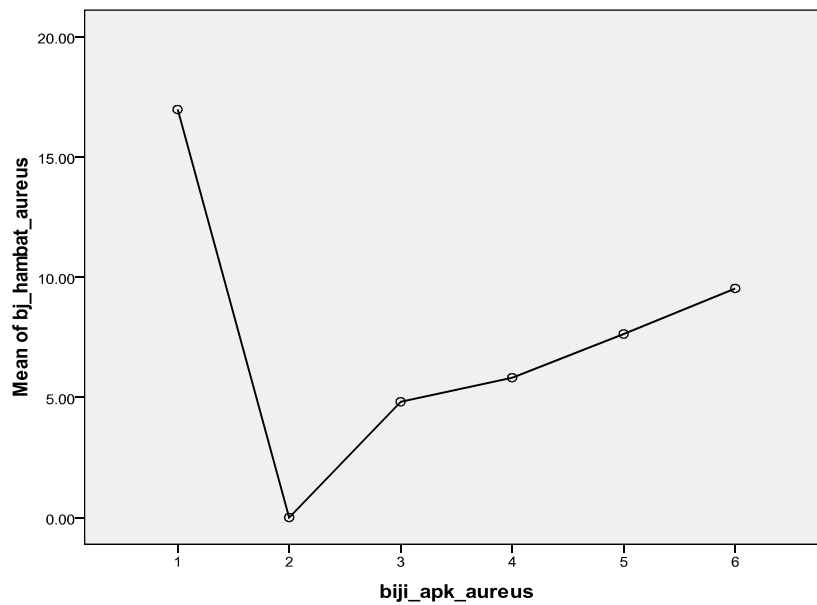
LSD

				95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2	16.97000*	.50724	.000	15.8648	18.0752
3	12.15667*	.50724	.000	11.0515	13.2618
4	11.15667*	.50724	.000	10.0515	12.2618
5	9.33667*	.50724	.000	8.2315	10.4418
6	7.44000*	.50724	.000	6.3348	8.5452
1	-16.97000*	.50724	.000	-18.0752	-15.8648
3	-4.81333*	.50724	.000	-5.9185	-3.7082
4	-5.81333*	.50724	.000	-6.9185	-4.7082
5	-7.63333*	.50724	.000	-8.7385	-6.5282
6	-9.53000*	.50724	.000	-10.6352	-8.4248
1	-12.15667*	.50724	.000	-13.2618	-11.0515
2	4.81333*	.50724	.000	3.7082	5.9185
4	-1.00000	.50724	.072	-2.1052	.1052
5	-2.82000*	.50724	.000	-3.9252	-1.7148
6	-4.71667*	.50724	.000	-5.8218	-3.6115
1	-11.15667*	.50724	.000	-12.2618	-10.0515
2	5.81333*	.50724	.000	4.7082	6.9185
3	1.00000	.50724	.072	-.1052	2.1052
5	-1.82000*	.50724	.004	-2.9252	-.7148
6	-3.71667*	.50724	.000	-4.8218	-2.6115
1	-9.33667*	.50724	.000	-10.4418	-8.2315
2	7.63333*	.50724	.000	6.5282	8.7385

3	2.82000*	.50724	.000	1.7148	3.9252
4	1.82000*	.50724	.004	.7148	2.9252
6	-1.89667*	.50724	.003	-3.0018	-.7915
1	-7.44000*	.50724	.000	-8.5452	-6.3348
2	9.53000*	.50724	.000	8.4248	10.6352
3	4.71667*	.50724	.000	3.6115	5.8218
4	3.71667*	.50724	.000	2.6115	4.8218
5	1.89667*	.50724	.003	.7915	3.0018

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tabel. 4.2 Uji Biji terhadap *S. aureus*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	16,97 ^a ± 0,32
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	4,81 ^c ± 0,36
4	40%	5,81 ^{cd} ± 1,08
5	60%	7,63 ^e ± 0,57
6	80%	9,53 ^f ± 0,77

3. Daun *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Descriptives

dn_hambat_coli

					95% Confidence Interval for Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	6.4167	1.10256	.63656	3.6778	9.1556	5.36	7.56
2	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
3	3	.8433	.56323	.32518	-.5558	2.2425	.46	1.49
4	3	2.0800	.52048	.30050	.7871	3.3729	1.51	2.53
5	3	3.0533	.83578	.48254	.9771	5.1295	2.14	3.78
6	3	3.9333	.81119	.46834	1.9182	5.9484	3.02	4.57
Total	18	2.7211	2.24992	.53031	1.6023	3.8400	.00	7.56

Test of Homogeneity of Variances

dn_hambat_coli

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.873	5	12	.173

ANOVA

dn_hambat_coli

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	79.736	5	15.947	30.276	.000
Within Groups	6.321	12	.527		
Total	86.056	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

dn_hambat_coli

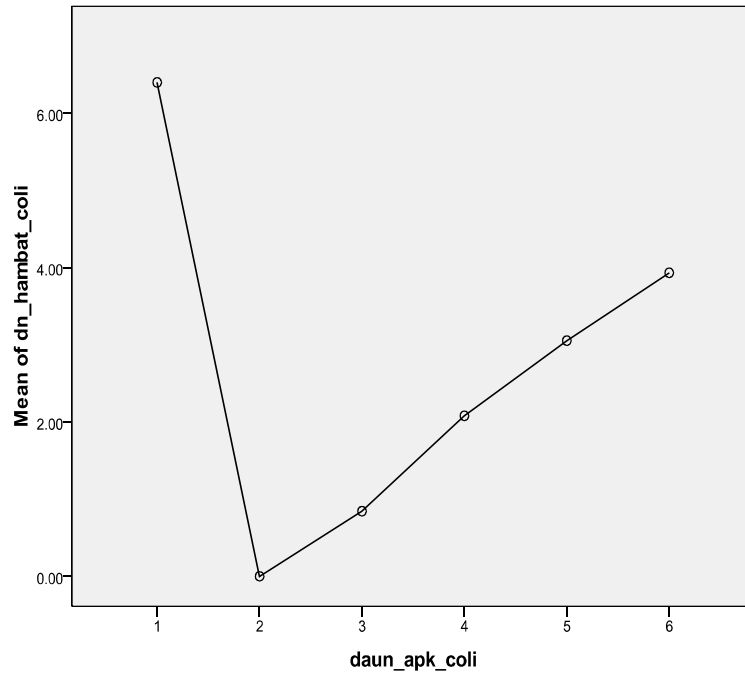
LSD

				95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2	6.41667*	.59258	.000	5.1256	7.7078
3	5.57333*	.59258	.000	4.2822	6.8644
4	4.33667*	.59258	.000	3.0456	5.6278
5	3.36333*	.59258	.000	2.0722	4.6544
6	2.48333*	.59258	.001	1.1922	3.7744
1	-6.41667*	.59258	.000	-7.7078	-5.1256
3	-.84333	.59258	.180	-2.1344	.4478
4	-2.08000*	.59258	.004	-3.3711	-.7889
5	-3.05333*	.59258	.000	-4.3444	-1.7622

6	-3.93333*	.59258	.000	-5.2244	-2.6422
1	-5.57333*	.59258	.000	-6.8644	-4.2822
2	.84333	.59258	.180	-.4478	2.1344
4	-1.23667	.59258	.059	-2.5278	.0544
5	-2.21000*	.59258	.003	-3.5011	-.9189
6	-3.09000*	.59258	.000	-4.3811	-1.7989
1	-4.33667*	.59258	.000	-5.6278	-3.0456
2	2.08000*	.59258	.004	.7889	3.3711
3	1.23667	.59258	.059	-.0544	2.5278
5	-.97333	.59258	.126	-2.2644	.3178
6	-1.85333*	.59258	.009	-3.1444	-.5622
1	-3.36333*	.59258	.000	-4.6544	-2.0722
2	3.05333*	.59258	.000	1.7622	4.3444
3	2.21000*	.59258	.003	.9189	3.5011
4	.97333	.59258	.126	-.3178	2.2644
6	-.88000	.59258	.163	-2.1711	.4111
1	-2.48333*	.59258	.001	-3.7744	-1.1922
2	3.93333*	.59258	.000	2.6422	5.2244
3	3.09000*	.59258	.000	1.7989	4.3811
4	1.85333*	.59258	.009	.5622	3.1444
5	.88000	.59258	.163	-.4111	2.1711

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tabel. 4.3 Uji Daun terhadap *E. coli*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	6,42 ^a ± 1,10
2	Kontrol (-)	0,00 ^b ± 0,00
3	20%	0,84 ^{bc} ± 0,56
4	40%	2,08 ^{cd} ± 0,52
5	60%	3,05 ^{de} ± 0,84
6	80%	3,93 ^e ± 0,81

4. Biji *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Descriptives

bj_hambat_coli

					95% Confidence Interval for			
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	6.4167	1.10256	.63656	3.6778	9.1556	5.36	7.56
2	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
3	3	1.7600	.63024	.36387	.1944	3.3256	1.14	2.40
4	3	2.9833	.44117	.25471	1.8874	4.0793	2.49	3.34
5	3	4.4067	1.00749	.58167	1.9039	6.9094	3.26	5.15
6	3	6.4000	1.10811	.63977	3.6473	9.1527	5.13	7.17
Total	18	3.6611	2.51448	.59267	2.4107	4.9115	.00	7.56
I								

Test of Homogeneity of Variances

bj_hambat_coli

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.459	5	12	.094

ANOVA

bj_hambat_coli

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	99.383	5	19.877	29.444	.000
Within Groups	8.101	12	.675		
Total	107.484	17			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

bj_hambat_coli

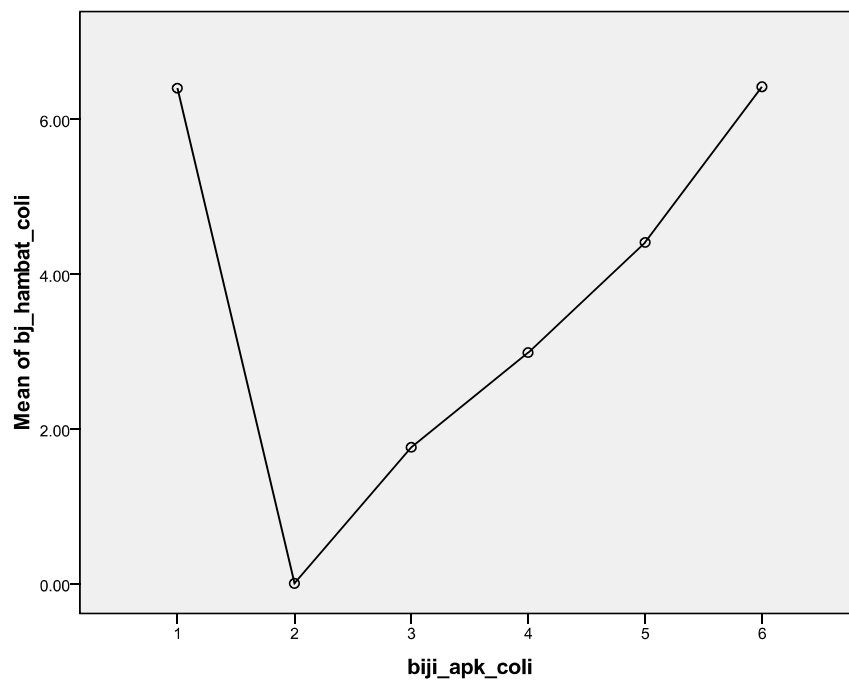
LSD

				95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
2	6.41667*	.67085	.000	4.9550	7.8783
3	4.65667*	.67085	.000	3.1950	6.1183
4	3.43333*	.67085	.000	1.9717	4.8950
5	2.01000*	.67085	.011	.5483	3.4717
6	.01667	.67085	.981	-1.4450	1.4783
1	-6.41667*	.67085	.000	-7.8783	-4.9550
3	-1.76000*	.67085	.022	-3.2217	-.2983
4	-2.98333*	.67085	.001	-4.4450	-1.5217
5	-4.40667*	.67085	.000	-5.8683	-2.9450
6	-6.40000*	.67085	.000	-7.8617	-4.9383
1	-4.65667*	.67085	.000	-6.1183	-3.1950
2	1.76000*	.67085	.022	.2983	3.2217
4	-1.22333	.67085	.093	-2.6850	.2383
5	-2.64667*	.67085	.002	-4.1083	-1.1850
6	-4.64000*	.67085	.000	-6.1017	-3.1783
1	-3.43333*	.67085	.000	-4.8950	-1.9717
2	2.98333*	.67085	.001	1.5217	4.4450
3	1.22333	.67085	.093	-.2383	2.6850
5	-1.42333	.67085	.055	-2.8850	.0383
6	-3.41667*	.67085	.000	-4.8783	-1.9550
1	-2.01000*	.67085	.011	-3.4717	-.5483
2	4.40667*	.67085	.000	2.9450	5.8683

3	2.64667*	.67085	.002	1.1850	4.1083
4	1.42333	.67085	.055	-.0383	2.8850
6	-1.99333*	.67085	.012	-3.4550	-.5317
1	-.01667	.67085	.981	-1.4783	1.4450
2	6.40000*	.67085	.000	4.9383	7.8617
3	4.64000*	.67085	.000	3.1783	6.1017
4	3.41667*	.67085	.000	1.9550	4.8783
5	1.99333*	.67085	.012	.5317	3.4550

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Means Plots



Tabel. 4.4 Uji Biji terhadap *E. coli*

No	Perlakuan	Zona Hambat Pertumbuhan (ZHP) (mm)
1	Kontrol (+)	$6,42^a \pm 1,10$
2	Kontrol (-)	$0,00^b \pm 0,00$
3	20%	$1,76^{bc} \pm 0,63$
4	40%	$2,98^{cd} \pm 0,44$
5	60%	$4,41^{de} \pm 1,01$
6	80%	$6,40^e \pm 1,11$



Lampiran 4

Pembuatan Ekstrak Alpukat

A. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan ekstrak yaitu toples untuk merendam simplisia, seperangkat alat maserasi, pengaduk, corong, aluminium foil, dan botol.

B. Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan ekstrak yaitu simplisia daun dan biji alpukat, etanol 96% (2 liter/sampel), kertas saring, air, dan es batu.

C. Cara Kerja

Ekstrak pada tanaman alpukat dibuat dengan menggunakan metode maserasi. Maserasi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol 96 %. Simplisia sebanyak 500gr dimasukkan kedalam bejana ditambah 2 liter pelarut dan direndam selama 1 hari. Simplisia rendaman kemudian disaring menggunakan kertas saring. Maserasi yang dihasilkan kemudian dikumpulkan untuk dipekatkan dengan *rotary evaporator* hingga didapat ekstrak kental. Simplisia yang digunakan 500 gram dan ekstrak yang didapat sebanyak 200 ml.

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Bobot Ekstrak}}{\text{Bobot Simplisia}} \times 100\% \\ &= \frac{200 \text{ ml}}{500 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 40 \%\end{aligned}$$



Pencucian



Pengeringan



Penghalusan



Maserasi



Pemberian etanol 96%



Serbuk



Hasil maserasi



Penyaringan



Evaporasi

Lampiran 5

Uji Kandungan Ekstrak Biji dan Daun Alpukat (*Persea americana*. Mill)

A. Alat

Alat yang digunakan yaitu, tabung reaksi, gelas ukur, spatula, bunsen, rak tabung reaksi, penjempit tabung, suntikan, dan timbangan.

B. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu ekstrak biji dan daun alpukat, air suling, Magnesium, FeCl_3 5%, FeCl_3 1%, HCl, dan Betadin.

C. Cara Kerja

1. Flavonoid



- Memasukkan 1 ml ekstrak kedalam tabung reaksi
 - Menambahkan serbuk magnesium sebanyak 0,5 gram
 - Menambahkan 10 tetes HCl pekat.
- Bila breaksi positif kandungan flavonoid maka akan menghasilkan larutan berwarna jingga, merah muda atau merah.

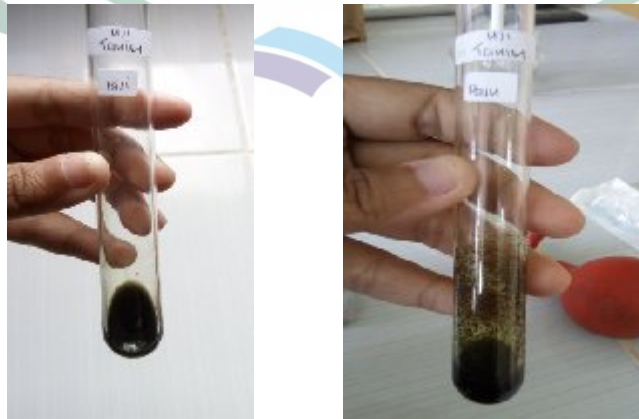
2. Saponin



- Memasukkan 1 ml ekstrak kedalam tabung reaksi
- Menambahkan 10 ml air suling
- Memanaskan selama 2-3 menit, lalu didinginkan
- Setelah dingin dikocok selama 10 detik.

- Bila reaksi adanya zat saponin ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil setinggi 1-10 cm.

3. Tanin



- Memasukkan ekstrak sebanyak 1 ml kedalam tabung reaksi
- Menambahkan larutan FeCl_3 5%

- Bila reaksi positif kandungan tanin maka menghasilkan warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam yang kuat.

Lampiran 6

Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat

		
<i>Rotary evaporator</i>	Alat mengukur kekeruhan	Cawan petri
		
Pipet ukur	Tip	Labu Erlenmeyer
		
Autoklaf	Inkubator	Tabung reaksi
		
Neraca analitik	Mikropipet	Gelas ukur

		
Blender	Cattin steril	Kertas saring
		
Rak Tabung Reaksi	Kawat Ose	Alat Tulis

b. Bahan

		
Ekstrak Daun Alpukat	HCl	Nutrien agar
		
Etanol	Ekstrak Biji Alpukat	Aquades steril



Amoksilin



NaCl



Aquades steril



FeCl₃



Mg

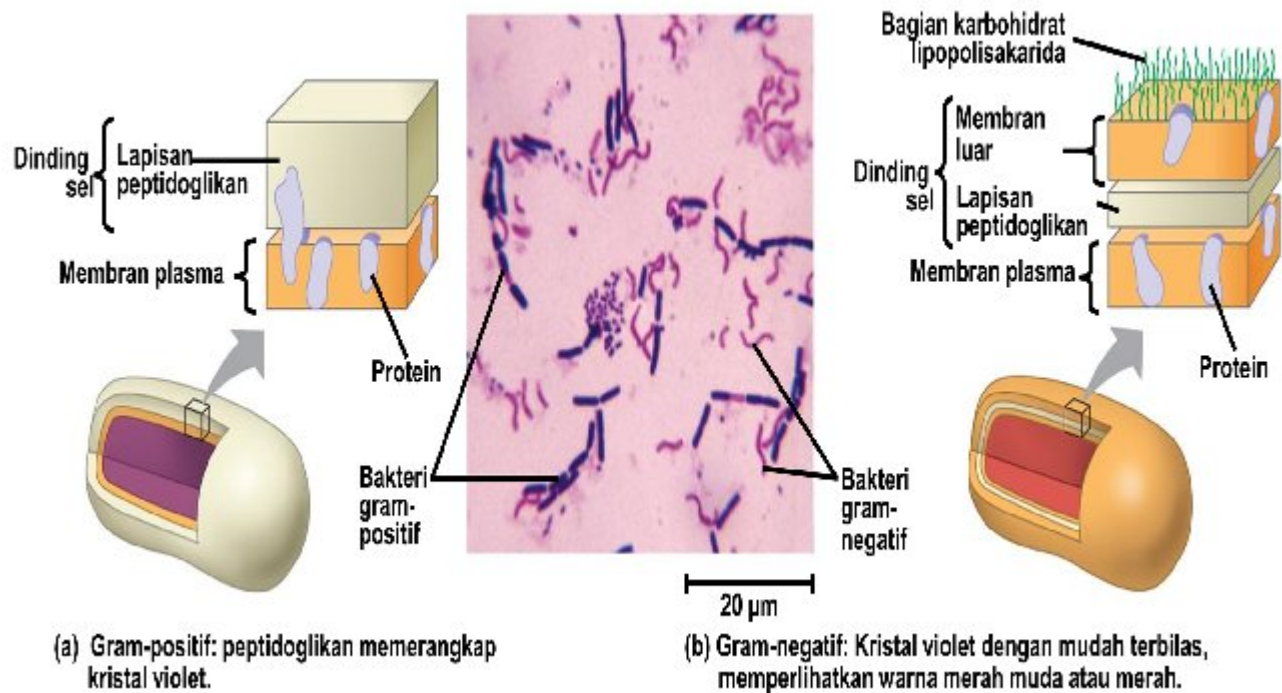


HgCl₂



Panduan Praktikum

MIKROBIOLOGI



**Untuk SMA/MA Kelas X
IPA Semester Ganjil
2017/2018**

PANDUAN PRAKTIKUM

PERANAN BAKTERI BAGI MANUSIA

Konsep: Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.) Sebagai Penghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Secara *In Vitro*.

A. Teori

Diare merupakan salah satu penyakit yang sering diderita masyarakat Indonesia. Diare tidak hanya menyerang daerah terpencil tetapi juga bisa menyerang daerah berkembang sehingga penyakit ini merupakan salah satu masalah kesehatan utama pada masyarakat Indonesia. Sampai saat ini diare masih menjadi masalah utama di masyarakat yang sulit ditanggulangi.

Salah satu faktor yang menjadi penyebab penyakit diare adalah makanan atau minuman yang tercemar oleh tinja melalui bakteri dan berhubungan langsung dengan penderita. Kebanyakan diare menyerang balita usia 6 bulan sampai 2 tahun adalah karena perilaku hidup masyarakatnya kurang baik, kebutuhan air minum yang kurang sehat serta keadaan lingkungan yang buruk. Biasanya faktor lingkungan dan perilaku manusia yang tidak sehat mudah tercemar bakteri penyebab diare, maka penularan diare dengan mudah dapat terjadi. “Diare dapat berakibat fatal apabila tidak ditangani secara serius karena tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air, sehingga bila terjadi diare sangat

mudah terkena dehidrasi. Salah satu pengobatan yang baik adalah dengan cara memanfaatkan obat tradisional yang terbuat dari tumbuhan misalnya saja dengan cara memanfaatkan daun dan biji alpukat (*Persea americana*.Mill) sebagai obat diare.

B. Tujuan Praktikum

Adapun tujuan praktikum ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan efektivitas ekstrak daun dan biji alpukat (*persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.
2. Untuk mengetahui perbandingan konsentrasi yang paling efektif dari ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

C. Alat dan Bahan

Alat : Tabung reaksi, cawan petri, autoklaf, lemari pengering (incubator), gelas ukur, pipet ukur, bunsen, timbangan, jangka sorong, dan kamera digital, kawat ose, segitiga penyebar (trigalsi), spatula.

Bahan : Ekstrak daun dan biji alpukat, biakan murni bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, Nutrien Agar (NA), amoksilin, air, dan aquades.

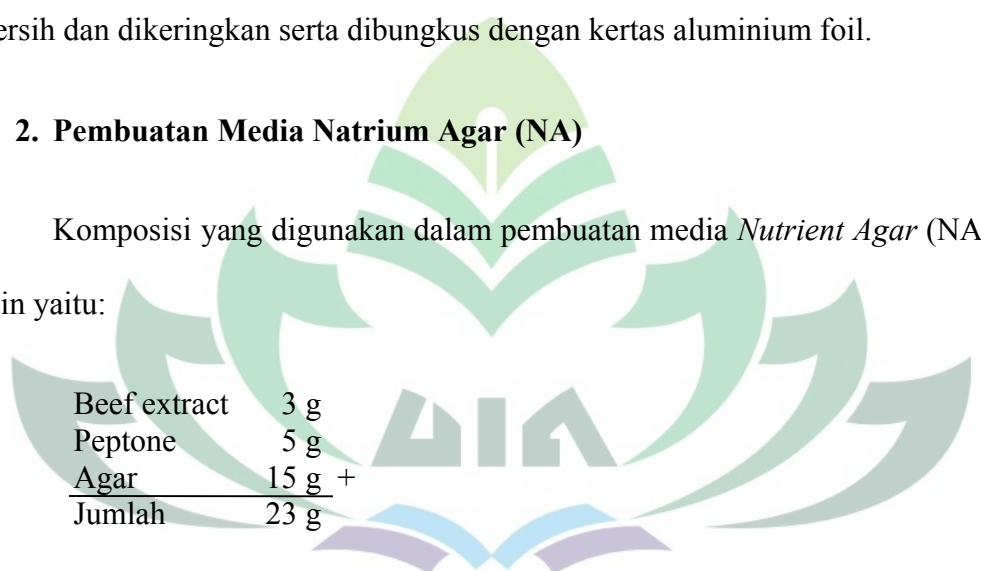
D. Cara Kerja

1. Sterilisasi Alat

Sebelum melakukan penelitian alat serta bahan yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu. Seperti cawan petri, tabung reaksi, media agar NA dan seluruh alat serta bahan (ekstrak daun dan biji alpukat) disterilisasikan di dalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu sebesar 100°C setelah sebelumnya dicuci bersih dan dikeringkan serta dibungkus dengan kertas aluminium foil.

2. Pembuatan Media Natrium Agar (NA)

Komposisi yang digunakan dalam pembuatan media *Nutrient Agar* (NA) antara lain yaitu:



Beef extract	3 g
Peptone	5 g
Agar	15 g +
Jumlah	23 g

Sebanyak 23 gram medium disuspensikan kedalam 1 liter aquades dan mengaduk secara terus-menerus diatas api sedang jangan sampai *overheat*, karena akan terbentuk busah dan memuai sehingga tumpah selama kurang lebih 1 menit. Kemudian mengukur pH media diukur dengan mencelupkan kertas pH indikator. Jika pH tidak netral atau lebih dari 7 maka bersifat basa sehingga harus ditambahkan HCl agar kembali normal, sebaliknya apabila pH kurang dari 7 maka bersifat asam sehingga harus ditambahkan NaOH agar kembali normal. Setelah itu media dimasukkan kedalam labu Erlenmeyer dan disterilkan dengan autoklaf selama 15

menit pada suhu 100°C. Setelah itu media ditunggu hingga agak dingin sekitar suhu 40-45°C.¹ Media NA yang telah dingin kemudian nantinya akan dituangkan kedalam cawan petri sebanyak 10 ml lalu didiamkan sampai memadat.

3. Pengenceran dan Inokulasi Bakteri Uji

Pengenceran dilakukan terlebih dahulu sebelum biakan bakteri murni diinokulasi. Bakteri diencerkan menggunakan larutan garam (NaCl) fisiologis. Pengenceran bakteri uji dilakukan dengan cara mengambil 1 ose bakteri kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl fisiologis sebanyak 10 ml, kemudian dilihat dan dihitung kekeruhannya menggunakan Mc. Farland, jika kurang dari 0,5 maka ditambah bakteri uji, tetapi jika lebih malah sebaliknya. Standar 0,5 Mc. Farland setara dengan jumlah bakteri $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

Bakteri uji diinokulasi dengan menggunakan teknik *spread plate* (agar tabur ulas). *Spread plate* adalah teknik menanam dengan menyebar suspensi bakteri dipermukaan media agar diperoleh kultur murni. Media NA yang telah ditaburi bakteri uji kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

4. Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran. Metode ini dapat digunakan untuk melihat daerah bening yang dihasilkan

¹Ratu Safitri, Sinta Sasika Novel, *Medium Analisis Mikroorganism, (Isolasi dan Kultur)*, (Jakarta : CV. Trans Info Media, 2010), h. 56.

disekitar lubang sumur yang dibuat. Daerah bening yang disekitar sumu inilah yang disebut zona hambat. Menggunakan metode difusi sumuran dilakukan dengan cara membuat lubang-lubang pada media yang telah mengandung bakteri dengan menggunakan *yellow tip* dengan diameter 6,7 mm, sebanyak 4 lubang pada setiap cawan petri. Kemudian memasukkan larutan ekstrak kedalam lubang tersebut dengan berbagai konsentrasi lalu membiarkan cawan petri selama 10 menit untuk melakukan proses difusi kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 36-37°C. Setelah 24 jam mengamati daerah pertumbuhan bakteri yang terjadi dan mengukur diameter dalam milimeter dengan menggunakan jangka sorong (termasuk diameter lubang) minimal sebanyak tiga kali pengukuran.

E. Hasil Pengamatan

Uji Kontrol (*Stapylococcus aureus*)

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
Kontrol + (Amoksilin 500g/1ml)				
Kontrol – (Aquades Steril)				

Uji Kontrol (*Escherichia coli*)

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
Kontrol + (Amoksilin 500 g/ 1 ml)				
Kontrol – (Aquades Steril)				

Daun *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20				
40				
60				
80				
Rata-rata				

Biji *Persea americana* (*Stapylococcus aureus*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20				
40				
60				
80				
Rata-rata				

Daun *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20				
40				
60				
80				
Rata-rata				

Biji *Persea americana* (*Escherichia coli*)

Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)			
	I	II	III	Rata-rata
20				
40				
60				
80				
Rata-rata				

F. Pertanyaan

1. Sebutkan salah satu penyebab terjadinya diare?
2. Pada konsentrasi berapa yang lebih efektif dari ekstrak daun dan biji alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*?
3. Buatlah kesimpulan dari pengamatan tersebut!

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA Negeri 9 Bandar Lampung
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/ Semester : X/ 1
Materi Pokok : Archaeobacteria dan Eubacteria
Alokasi Waktu : 6 x 45 menit

A. Kompetensi Inti (KI)

KI3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI4 :Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

Kompetensi Dasar	Indikator
3.5 Mengidentifikasi struktur dan cara hidup bakteri, reproduksi dan peranan bakteri bagi kehidupan	3.5.1 Mengidentifikasi struktur tubuh bakteri 3.5.2 Menjelaskan struktur tubuh bakteri 3.5.3 Mengidentifikasi struktur tubuh bakteri gram positif dan gram negatif 3.5.4 Mengidentifikasi cara hidup bakteri 3.5.5 Menjelaskan cara hidup bakteri 3.5.6 Mengidentifikasi pengelompokan bakteri berdasarkan cara hidup 3.5.7 Mengidentifikasi bakteri yang dapat menimbulkan gangguan penyakit pada manusia 3.5.8 Menjelaskan bakteri yang dapat menimbulkan gangguan penyakit pada manusia 3.5.9 Mengidentifikasi bakteri yang dapat bermanfaat bagi kehidupan
4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan	4.5.1 Menyajikan ciri-ciri bakteri 4.5.3 Menyajikan data peranan bakteri dalam kehidupan berdasarkan literatur

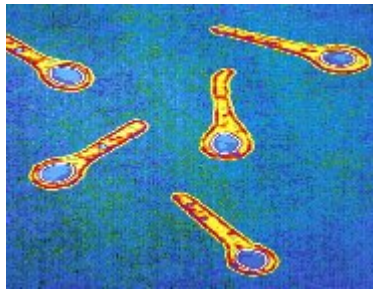
C. Tujuan Pembelajaran

- Siswa dapat mengidentifikasi struktur tubuh bakteri
- Siswa dapat menjelaskan struktur tubuh bakteri
- Siswa dapat menganalisis struktur tubuh bakteri gram positif dan gram negatif
- Siswa dapat mengidentifikasi cara hidup bakteri
- Siswa dapat menjelaskan cara hidup bakteri
- Siswa dapat mengidentifikasi pengelompokan bakteri berdasarkan cara hidup
- Siswa dapat mengidentifikasi bakteri yang dapat menimbulkan gangguan penyakit pada manusia
- Siswa dapat menjelaskan bakteri yang dapat menimbulkan gangguan penyakit pada manusia
- Siswa dapat menganalisis bakteri yang dapat bermanfaat bagi kehidupan
- Siswa dapat menyajikan ciri-ciri bakteri
- Siswa dapat menyajikan data peranan bakteri dalam kehidupan berdasarkan literatur

D. Materi Pembelajaran

a. Fakta

-Gambar bakteri yang merugikan dan menguntungkan
Bakteri yang merugikan



Tetanus

Clostridium tetani



Gonorrhoe

Neisseria gonokokus



Yogurt

Lactobacillus bulgaricus



Yakult

Lactobacillus casei

Bakteri yang menguntungkan

-Gambar kasus-kasus penyakit yang disebabkan bakteri



Penyakit Necrotizing fasciitis
Streptococcus pyogenes

Penyakit Kusta
Mycobacterium Leprae

Penyakit Sifilis
Troponema pallidum

-Gambar makanan hasil fermentasi bakteri



b. Konsep

-Pengertian: Archaeobacteria (organisme prokariotik yang hidup di lingkungan ekstrim), Eubacteria (organisme prokariotik yang hidup kosmopolit), bakteri (prokariotik, uniseluler, pada umumnya berdinding sel, tetapi tidak berklorofil).

-Ciri-ciri Bakteri

1. Ukuran 0,5 – 5 μ m, bentuk (basil, kokus, spirillum, kokobasil, vibrio, spiroseta).
2. Bentuk agregat : kokus (monokokus, diplokokus, tetrakokus, sarkina, streptokokus, stafilokokus); basil (monobasil, diplobasil, streptobasil).
3. Struktur sel: kapsul, dinding sel, membran plasma, mesosom, sitoplasma, ribosom, DNA, granula, vakuola gas, klorosom, flagela (atrik, monotrik, lofotrik, amfitrik, peritrik), pilus (fimbria).
- Pengelompokan Bakteri.
 1. Bakteri Gram positif dan Gram negatif.
 2. Bakteri autotrof (fotoautotrof dan kemoautotrof) dan heterotrof (saproba, parasit, dan simbiosis mutualisme).
 3. Bakteri aerob dan anaerob (anaerob fakultatif dan anaerob obligat).
 4. Pertahanan bakteri dengan endospora.
 5. Reproduksi bakteri: aseksual (pembelahan biner) dan seksual (konjugasi, transduksi, transformasi).
- Archaeobacteria: bakteri metanogen, halofil, termofil, termoasidofil.
- Peranan Bakteri
 1. Menguntungkan: pengurai organisme mati, penyubur tanah, produksi/industri (makanan, minuman, vitamin, antibiotik, obat, enzim, biogas, logam), pembunuh hama, membantu pencernaan makanan.
 2. Merugikan: penyebab penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan.
- Pembinaan bakteri dengan medium cair, kental, padat.
- Penanggulangan bahaya bakteri : pemanasan (sterilisasi, pasteurisasi), pengeringan, pendinginan, zat pengawet (kimia, alami), kemasan, iradiasi.

c. Prinsip

- Peranan bakteri yang menguntungkan dan merugikan.
- Usaha-usaha menanggulangi bahaya bakteri.

d. Prosedural

- Pengecatan gram
- Pengamatan sel bakteri
- Pengamatan koloni
- Pengamatan bentuk sel bakteri

E. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific*
2. Metode : diskusi, pengamatan, studi literatur, unjuk diri
3. Model : *Discovery Learning*

F. Media Pembelajaran

1. Media/alat : Spidol, white board, laptop, LCD

2. Bahan : Slide PPT, Lembar Diskusi Siswa (LDS), video pengecatan gram dan fermentasi makanan
 3. Sumber belajar : Buku Paket Biologi Kelas X terbitan Tiga Serangkai

G. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Pertama (3 x 45 menit)

Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	
1. Orientasi Guru :	
a. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam	5 detik
b. Guru menanyakan kabar siswa	5 detik
c. Guru mengecek kehadiran siswa (presensi kehadiran)	1 menit
d. Do'a sebelum memulai pelajaran	10 detik
2. Apersepsi Gambar bakteri yang merugikan dan menguntungkan	3 menit
3. Motivasi Menyampaikan manfaat mempelajari <i>archaeobacteria</i> dan <i>eubacteria</i> berdasarkan gambar yang ditampilkan	3menit
4. Penyampaian tujuan pembelajaran	2 menit

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan	Alokasi Waktu
Simulation (Pemberian Rangsangan)	Siswa mengamati gambar berbagai macam bakteri yang disajikan oleh guru, siswa diminta menyebutkan 3 contoh bakteri yang sering mereka dengar dalam kehidupan sehari-hari. Guru menampilkan video pengecatan bakteri gram positif dan gram negative.	15menit
Problem statement (pertanyaan/identifikasi masalah)	Siswa mengidentifikasi struktur bakteri, cara hidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri berdasarkan lembar diskusi siswa.	10menit
Data collection (pengumpulan data)	Siswa mencari dan mengumpulkan informasi tentang struktur bakteri, cara hidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri melalui berbagai sumber.	20menit

Data processing (pengolahan data)	Siswa mendiskusikan struktur bakteri, cara hidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri berdasarkan Lembar Diskusi Siswa (LDS) yang dikembangkan oleh guru.	45menit detik	40
Verification (pembuktian)	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya.	20menit	
Generalization (menarik kesimpulan)	Perwakilan siswa membuat kesimpulan dari proses pembelajaran yang telah dilakukan (struktur bakteri, carahidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri).	5 menit	

Kegiatan	Alokasi Waktu
Penutup	2menit
1. Guru meminta salah seorang siswa membuat kesimpulan tentang struktur bakteri, cara hidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri	
2. Guru meluruskan kesimpulan	3menit
3. Guru bertanya kepada siswa sudah paham atau belum dan guru bertanya ada yang ingin bertanya mengenai materi struktur bakteri, cara hidup bakteri dan dasar pengelompokan bakteri	4 menit
4. Guru memberitugas kepada siswa untuk mencari gambar-gambar bakteri yang menguntungkan dan merugikan	50 detik
5. Guru mengakhiri pelajaran dengan memberikan salam	10 detik

Pertemuan Kedua (3 x 45 menit)

Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	
1. Orientasi Guru :	
a. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam	5detik
b. Guru menanyakan kabar siswa	10detik
c. Guru mengecek kehadiran siswa (presensi kehadiran)	1 menit
d. Do'a sebelum memulai pelajaran	10 detik
2. Apersepsi Gambar makanan hasil fermentasi bakteri	3 menit
3. Motivasi Menyampaikan manfaat mempelajari <i>archaeobacteria</i> dan <i>eubacteria</i> berdasarkan gambar yang ditampilkan	3 menit

4. Penyampaian tujuan pembelajaran	2 menit
------------------------------------	---------

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan	Alokasi Waktu
Simulation (Pemberian Rangsangan)	Siswa mengamati gambar berbagai macam kasus-kasus penyakit yang disebabkan bakteri Guru menampilkan video fermentasi makanan (yakult)	10menit
Problem statement (pertanyaan/identifikasi masalah)	Siswa menganalisis peran bakteri bagi kehidupan secara berkelompok berdasarkan Lembar Diskusi Siswa (LDS)	10menit
Data collection (pengumpulan data)	Siswa mencari dan mengumpulkan informasi tentang peran bakteri bagi kehidupan melalui berbagai sumber	10menit
Data processing (pengolahan data)	Siswa mendiskusikan peran bakteri bagi kehidupan dan penyakit yang disebabkan oleh bakteri	35menit
Verification (pembuktian)	Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya	20menit
Generalization (menarik kesimpulan)	Perwakilan siswa membuat kesimpulan dari proses pembelajaran yang telah dilakukan (menganalisis peran bakteri bagi kehidupan dan penyakit yang disebabkan oleh bakteri)	4menit

Kegiatan	Alokasi Waktu
Penutup	2menit
1. Guru meminta salah seorang siswa membuat kesimpulan tentang karakteristik bakteri, struktur bakteri, perkembangbiakan bakteri dan dasar pengelompokan bakteri	
2. Guru meluruskan kesimpulan	2menit
3. Guru bertanya kepada siswa sudah paham atau belum dan guru bertanya ada yang ingin bertanya mengenai materi karakteristik bakteri, struktur bakteri, perkembangbiakan bakteri dan dasar pengelompokan bakteri	2menit
4. Siswa diminta guru mengerjakan Lembar Soal yang telah disediakan oleh guru	30 menit 20 detik
5. Guru mengakhiri pelajaran dengan memberikan salam	15 detik

H. Penilaian Hasil Belajar

a. Metode dan bentuk instrumen

Metode	Bentuk Instrumen
Tes tertulis	Tes essay
Tes unjuk kerja	Tes penilaian hasil diskusi

b. Contoh instrument

1. tes unjuk kerja

No.	Nama Siswa	Kriteria Penilaian					Jumlah Skor
		1	2	3	4	5	
1							
2							
Dst							

Keterangan :

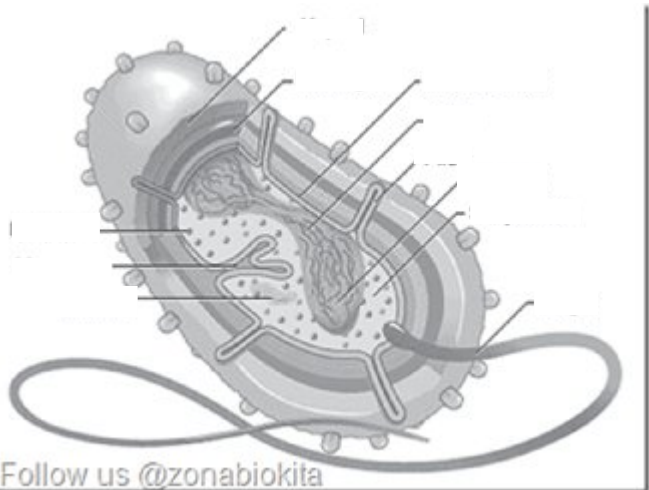
1. Kelengkapan materi
2. Tanggungjawab individu
3. Kerjasama
4. Kerapihan
5. Ketepatan waktu

Rentang skor :
16 – 20 = sangat baik
11 – 15 = baik
6 – 10 = cukup
0 – 5 = kurang
skor maksimal = 3

Nilai keterampilan : $(\text{jumlah skor perolehan} : \text{skor maksimal}) \times 100$

2. TesTer tulis

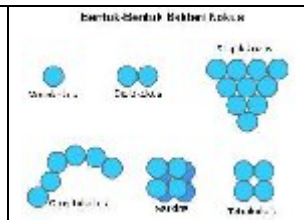
[illegible]

2.	3.5.2 Menjelaskan struktur tubuh bakteri	Tes tertulis	Tes essay	<div>2. Perhatikan gambar struktur tubuh bakteri dan lengkapi tabel dibawahnya !</div> <div></div> <div><table><tr><th>NO.</th><th>Namabagian</th><th>Zatpenyusu n</th><th>Fungsi</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td></tr></table></div>	NO.	Namabagian	Zatpenyusu n	Fungsi	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				<div><div>1. kapsul Zat penyusun : polisakarida dan air Fungsi : alat pertahanan dan perlindungan bagi bakteri, mencegah bakteri dari kekeringan, sebagai alat pelekatan pada inang, sumber makanan bagi bakteri.</div><div>2.dinding sel Zat penyusun : peptidoglikan Fungsi : pelindung dan pemberi bentuk sel bakteri</div><div>3.membran sel Zat penyusun : fosfolipid dan protein Fungsi : tempat pembentukan mesosom</div><div>4. DNA Fungsi : pusat pengendali aktivitas sel</div><div>5. pilus Zat penyusun : protein Fungsi : alat pelekatan saat bakteri melakukan konjugasi</div><div>6. sitoplasma</div></div>	<div>3</div> <div>3</div> <div>3</div> <div>3</div> <div>3</div> <div>3</div>
NO.	Namabagian	Zatpenyusu n	Fungsi																																															
1																																																		
2																																																		
3																																																		
4																																																		
5																																																		
6																																																		
7																																																		
8																																																		
9																																																		
10																																																		



				<p>Zat penyusun :asam nukleat, protein, karbohidrat, lemak, ion organic, kromatofora. Fungsi :tempat terjadinya reaksi-reaksi kimia sel.</p> <p>7.flagel Fungsi : alat gerak bakteri</p> <p>8. ribosom Zat penyusun : RNA Fungsi : tempat sintesis protein</p> <p>9. mesosom Fungsi :pembentukan dinding sel selama pembelahan sel, replikasi kromosom.</p> <p>10. plasmid Zat penyusun : gen-gen penting Fungsi :untuk pertahanan sel bakteri terhadap lingkungan yang tidak menguntungkan.</p>	<p>3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>Skor maks = 30</p>
--	--	--	--	--	---

3.	3.5.5Mengidenti fikasi bakteri berdasarkan cara hidup	Tes tertulis	Tes essay	<p>3. 3. Lengkapi tabel di bawah ini !</p> <p>A. Berdasarkan letak dan jumlah flagel bakteri dibedakan :</p> <table><tr><th>N o</th><th>Nama</th><th>Gambar</th><th>Penjelasan</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p>B. Kokus</p> <table><tr><th>No</th><th>Nama</th><th>Gambar</th><th>Penjelasan</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <p>2. Basillus</p> <table><tr><th>No</th><th>Nama</th><th>Gambar</th><th>Penjelasan</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	N o	Nama	Gambar	Penjelasan	1				2				3				4				5				No	Nama	Gambar	Penjelasan	1				2				3				4				5				6				No	Nama	Gambar	Penjelasan	1				2				3				<p>B.Berdasarkan bentuk tubuh dan cara hidup dibedakan :</p> <p>Berdasarkan letak flagel :</p> <p>1. atrik : bakteri yang tidak mempunyai flagel</p> <p>2. monotrik : bakteri yang hanya punya satu flagel pada salah satu ujung bagian tubuhnya</p> <p>3. amfitrik : bkteri yang mempunyai flagel di kedua ujung selnya</p> <p>4. lofotrik : bakteri yang mempunyai sekumpulan flagel pada salah satu ujung selnya</p> <p>5. peritrik : bakteri yang mempunyai flagel diseluruh permukaan tubuhnya</p>	<p>Dengan ketentuan skor per item = 2</p> <p>Skor maks = 26</p>
N o	Nama	Gambar	Penjelasan																																																																							
1																																																																										
2																																																																										
3																																																																										
4																																																																										
5																																																																										
No	Nama	Gambar	Penjelasan																																																																							
1																																																																										
2																																																																										
3																																																																										
4																																																																										
5																																																																										
6																																																																										
No	Nama	Gambar	Penjelasan																																																																							
1																																																																										
2																																																																										
3																																																																										



1. Bakteri Kokus :

kokus

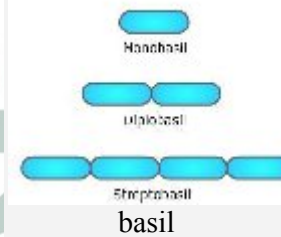
- Monokokus
yaitu berupa sel bakteri kokus tunggal
- Diplokokus
yaitu dua sel bakteri kokus berdempetan
- Tetra kokus
yaitu empat sel bakteri kokus berdempetan berbentuk segi empat.
- Sarkina
yaitu delapan sel bakteri kokus berdempetan membentuk kubus
- Streptokokus
yaitu



lebih dari empat sel
bakteri kokus
berdempetan
membentuk rantai.
f. Stapilokokus yaitu
lebih dari empat sel
bakteri kokus
berdempetan seperti
buah anggur.

2. Bakteri Basil :

Bentuk-Bentuk Bakteri Basil



a. Monobasil
yaitu berupa sel
bakteri basil tunggal

b. Diplobasil yaitu
berupa dua sel bakteri

					basil berdempetan c. Streptobasil yaitu beberapa sel bakteri basil berdempetan membentuk rantai																																					
4.	4.5.3Menyajika n data peranan bakteri dalam kehidupan berdasarkan literatur			4. Bakteri mempunyai peran dalam kehidupan manusia yaitu : A. Menguntungkan : <table><tr><td>No</td><td>Nama Species</td><td>Peranan</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td></tr></table> B. Merugikan : a. Penyebab penyakit : <table><tr><td>No</td><td>Nama Species</td><td>Peranan</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td></tr></table>	No	Nama Species	Peranan	1			2			3			4			5			No	Nama Species	Peranan	1			2			3			4			5			A. menguntungkan Bakteri Menguntungkan Escherichia coli : membusukkan makanan di usus besar & menghasilkan vitamin K. Rhizobium &Azotobacter: menyuburkan tanah Lactobacillus casei: untuk pembuatan keju Acetobacter: untuk mengubah alkohol menjadi asam cuka Acetobacter xylinum digunakan dlm proses	Dengan ketentuan skor per item = 3 Skor maks = 29
No	Nama Species	Peranan																																								
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										
No	Nama Species	Peranan																																								
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										



					<p>pembuatan nata de coco yang terbuat dari air kelapa.</p> <p><i>Lactobacillus bulgaricus</i> : digunakan dalam proses pembuatan susu asam (yoghurt).</p> <p><i>Pseudomonas denitrificans</i> dapat menghasilkan vitamin B12.</p> <p><i>Pediococcus cerevisiae</i> berperan dlm mengolah daging menjadi sosis</p> <p><i>Streptococcus lactis</i> dan <i>S. cremoris</i>, berperan dlm mengolah susu menjadi keju dan mentega</p> <p><i>Lactobacillus citrovorum</i> : untuk memberi aroma pada mentega dan keju</p> <p><i>Streptomyces griseus</i> dapat menghasilkan</p>	
--	--	--	--	--	--	--



				<p>antibiotik streptomisin. Streptomyces aureofasien dapat menghasilkan antibiotik aureomisin.</p> <p>Bacillus brevis dapat menghasilkan antibiotik triotrisin.</p> <p>Bacillus subtilis dapat menghasilkan antibiotik basitrasin.</p> <p>Bacillus polymyxa dapat menghasilkan antibiotik polymixin.</p> <p>B. Merugikan : a. Penyebab penyakit : Salmonella typhosa , penyakit yang ditimbulkan adalah Tifus</p> <p>Mycobacterium leprae, penyakit yang ditimbulkan adalah Lepra</p> <p>Haemophilus</p>	
--	--	--	--	---	--

					<p>influenza , penyakit yang ditimbulkan adalah Influenza</p> <p>Clostridium tetani , penyakit yang ditimbulkan adalah Tetanus.</p> <p>b.Merusak Bahan Pangan :</p> <p>Clostridium botulinum, menghasilkan racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan.</p> <p>Pseudomonas cocovenenans, menghasilkan asam bongkrek, terdapat pada tempe bongkrek</p> <p>Leuconostoc mesenteroides, penyebab pelendiran makanan</p>	
--	--	--	--	--	--	--

Bandar Lampung, Oktober 2017
Mengetahui,
Guru Biologi

SILABUS PEMBELAJARAN

MATA PELAJARAN : BIOLOGI
KELAS/ SEMESTER : X (SEPULUH)/ I (SATU)
STANDAR KOMPETENSI : 2. Memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup

Kompetensi dasar	Kompetensi sebagai Hasil Belajar	Materi Pembelajaran	Nilai Budaya Dan Karakter Bangsa	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
2.2 Mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria dan peranannya bagi kehidupan	a. Menggambar sel bakteri berdasarkan pengamatan mikroskopis b. Mendeskripsikan struktur dan fungsi sel bakteri c. Mengelompokkan Eubacteria d. Membuat tabel perbedaan Eubacteria dan Archaeobacteria e. Membuat produk olahan bahan makanan dengan menggunakan bakteri	a. Pengertian prokari E b. Ciri-ciri Eubacteria <ul style="list-style-type: none"> Bentuk sel dan koloni Eubacteria Struktur sel Eubacteria Cara hidup Eubacteria Reproduksi bakteri c. Klasifikasi Eubacteria d. Perbedaan Archaeobacteria dan Eubacteria e. Contoh-contoh archaeobacteria f. Peranan bakteri bagi manusia	a. Jujur b. Kerja keras c. Toleransi d. Rasa ingin tahu e. Komunikatif f. Menghargai prestasi g. Tanggung Jawab h. Peduli lingkungan	Kegiatan awal (10 menit) a. Guru mengucapkan salam b. Absensi c. Guru mengajak siswa ke ruang laboratorium Kegiatan inti (70 menit) 1. <i>Eksplorasi</i> Dalam kegiatan eksplorasi : Guru meminta siswa untuk menyiapkan alat dan bahan pengamatan efektivitas antibakteri. 2. <i>Elaborasi</i> Dalam kegiatan elaborasi : Siswa menyiapkan alat dan bahan, dan melakukan pengamatan uji	a. Menjelaskan pengertian prokariot b. Menggambaran berbagai bentuk sel dan koloni Eubacteria c. Memberi keterangan struktur dan fungsi sel bakteri d. Membedakan struktur Eubacteria dan Archaeobacteria e. Mendeskripsikan peran bakteri bagi manusia	Laporan hasil praktikum pengamatan bakteri Uji Kompetensi tertulis Instrumen penilaian: 1. Lembar penilaian laporan hasil praktikum 2. Soal uji kompetensi tertulis	4 × 45 menit	a. Bukukerja Biologi b. Buku Biologi c. Panduan Praktikum Kelas X Semester I Ganjil

				<p>efektivitas antibakteri.</p> <p>3. Konfirmasi Dalam kegiatan konfirmasi, Siswa dan guru : Mendiskusikan hal-hal yang belum diketahui. Kegiatan akhir (10 menit)</p> <p>a. Siswa mengembalikan alat dan bahan pengamatan.</p> <p>b. Siswa menyusun laporan hasil pengamatan.</p> <p>c. Siswa mengumpulkan laporan.</p>				
--	--	--	--	--	--	--	--	--